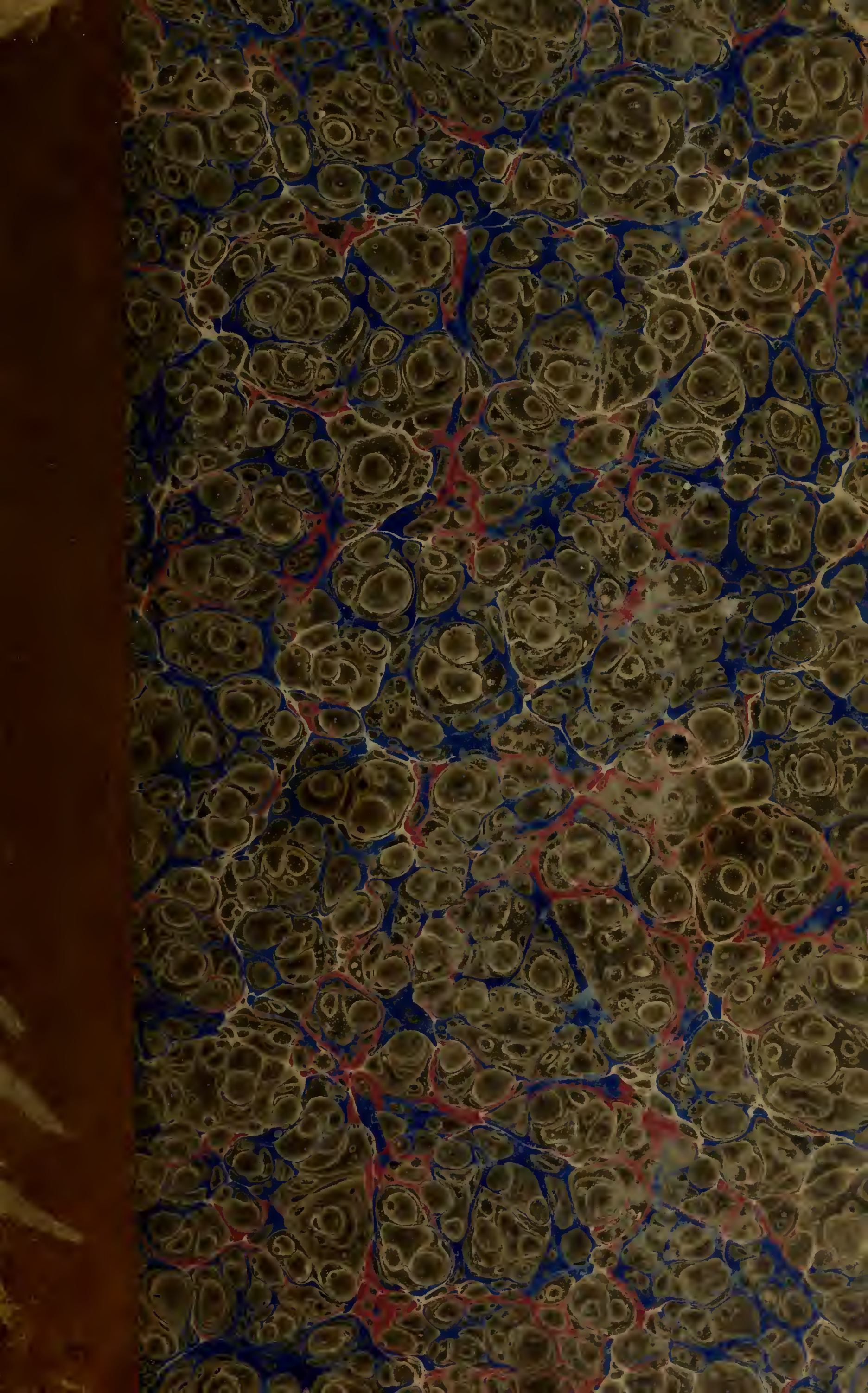


ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

Genève. — Imprimerie Charles Schuchardt.

BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE

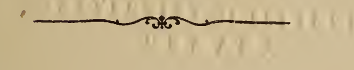
ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

TROISIÈME PÉRIODE

TOME CINQUIÈME



GENÈVE

BUREAU DES ARCHIVES, RUE DE LA PÉLISSERIE, 18

LAUSANNE

GEORGES BRIDEL

Place de la Louve, 1

PARIS

G. MASSON

Boulevard St-Germain, 120

Dépôt pour l'ALLEMAGNE, H. GEORG, A BALE

1881

CONTRIBUTION

A LA

CONNAISSANCE DE LA FAMILLE DES TINTINNODEA

PAR

M. Hermann FOL

Professeur à l'Université de Genève.

Dans toute la classe encore si mal connue des infusoires, il n'est peut-être pas de groupe dont la structure, la classification et la synonymie soient aussi obscures que celles de la famille des Tintinnus.

C'est que la plupart des auteurs ont jeté pêle-mêle dans cette famille des formes très diverses, caractérisées d'une manière tellement insuffisante que l'on ne sait que faire de types aussi problématiques. Ou bien encore l'on a vu des auteurs qui ne connaissaient qu'un petit nombre de formes appartenant à un groupe différent, prendre ces formes pour type de la famille, et, sur cette base fautive, bouleverser le diagnostic de cette dernière.

Mais avant de chercher à établir la position zoologique de nos infusoires, il sera bon de jeter un coup d'œil sur l'organisation des formes que j'ai observées, afin de pouvoir comparer mes résultats avec ceux des auteurs.

Les Tintinnodées sont très abondantes dans la rade de Villefranche, mais appartiennent toutes à un petit nombre

d'espèces que je décrirai plus loin. Ces espèces seront du reste réparties en trois genres différents, en prenant pour base de classification la forme de la coquille. Malgré cela, la structure des animaux présente une uniformité remarquable.

Le corps (voyez pl. I, fig. 2 et 4) est en somme conique, terminé en haut par un disque large et se prolonge inférieurement en un appendice contractile, plus ou moins long suivant les espèces. Si énergiques que soient les contractions de cette sorte de pédoncule, il ne présente cependant pas cette striure transversale qui rappelle la texture des muscles striés et caractérise le pédoncule des Vorticelles. Claparède et Lachmann (VII, p. 195) ont fort bien reconnu ce fait qui contribue à établir la distinction entre les *Tintinnus* et les Vorticelles. Stein a observé que, lorsque l'animal se détache de sa coquille, le pédoncule rentre dans le corps et se confond avec lui, preuve qu'il se compose de sarcode sans différenciation spéciale.

L'extrémité discoïdale supérieure ou péristome se place, dans l'état de parfaite extension de l'animal, un peu obliquement par rapport à l'orifice de la coquille. Cette position et les longs cils qui le garnissent lui donnent une grande ressemblance avec le disque des Vorticelles. Cependant cette similitude n'est qu'apparente, ainsi que Claparède et Lachmann l'ont fort bien remarqué. En effet, la bouche, au lieu d'être placée sur le bord externe du disque, comme chez les Vorticelles, se trouve à son intérieur et même souvent assez près de son centre. Le disque lui-même, au lieu d'être plat ou légèrement bombé, comme c'est le cas des Vorticellines, est creusé en soucoupe, et les cils vibratiles, au lieu de former une rangée

unique autour du bord du disque, sont implantés en grand nombre et en plusieurs lignes sur la majeure partie de cette surface.

La disposition de ces cils vibratiles est éminemment curieuse et intéressante et mérite d'autant plus de fixer notre attention, qu'elle n'a été décrite par aucun des auteurs qui se sont occupés de nos *Tintinnus*.

Tout le bord du disque est occupé par de longs et forts cils moteurs qui battent l'eau vigoureusement et donnent à l'animal un mouvement de translation rectiligne excessivement rapide. Tous les auteurs parlent de cette natation effrénée, de la vitesse avec laquelle l'animal traverse le champ de l'objectif, et s'en font une excuse pour ce que leurs descriptions renferment d'incomplet.

J'ai parlé d'un mouvement rectiligne; c'est ainsi, en effet, que les animaux nagent d'habitude, mais ils peuvent fort bien dévier de la ligne droite lorsqu'il s'agit d'éviter un obstacle. De plus, l'animal ne cesse de tourner sur lui-même pendant sa course, qui est donc comparable à celle d'une balle de carabine.

Dès que ces grands cils moteurs entrent en action, ils présentent à un haut degré le phénomène dit de rotation. L'ondulation se propage de droite à gauche (l'observateur étant censé placé suivant l'axe de l'animal), en sorte que l'on croirait voir une roue dentée tournant dans le sens indiqué (voy. pl. I, fig. 2, 3 et 4). Ces cils sont-ils implantés sur une seule ligne circulaire ou spirale, comme le veut Stein, ou bien forment-ils une ligne brisée? Pour résoudre cette question, commençons par examiner l'arrangement des autres cils qui garnissent la face supérieure du disque.

Ces cils sont disposés suivant des lignes parallèles

toutes courbées dans le même sens (pl. I, fig. 3) et se dirigeant du bord du disque ou péristome vers la bouche. Chez une des espèces, j'ai compté vingt-quatre de ces rangées. La bouche occupant une position excentrique, les rangées qui partent du bord le plus rapproché de cet orifice se trouvent naturellement beaucoup plus courtes que celles qui partent du bord le plus éloigné (pl. I, fig. 2 et 3); les autres sont d'une longueur intermédiaire. Il n'y a cependant qu'un petit nombre de lignes ciliaires qui atteignent réellement l'entrée de la bouche et ce sont précisément les plus courtes. Les autres s'arrêtent de manière à laisser à nu toute la partie centrale du disque (pl. I, fig. 3).

Toutes les rangées dont je viens de parler sont formées de cils gros et courts, un peu recourbés, à peine atténués à leur extrémité libre et ne battant que par moments. Leur longueur va en décroissant d'une manière régulière depuis le bord du péristome, qui porte les plus gros et les plus longs, jusqu'à l'extrémité interne de la rangée, formée de cils beaucoup plus courts et plus minces (voy. fig. 2 et 3). Les rangées les plus courtes qui occupent le bord buccal sont aussi celles dont les cils sont en moyenne les plus courts.

Revenons maintenant aux cils moteurs pour nous rendre compte de la relation qu'ils peuvent présenter avec les cils du disque. Et tout d'abord, si nous examinons attentivement le bord du péristome vu par la face supérieure, en faisant abstraction des cils qui le garnissent, nous remarquerons que ce bord n'est pas simplement arrondi, mais bien plutôt dentelé. Les dents ressemblent à celles d'une scie circulaire, c'est-à-dire que chaque dent est limitée par deux lignes, dont l'une très longue est à

peu près tangente à la circonférence, tandis que l'autre courte suit presque la direction d'un rayon. Inutile de dire que toutes les dents sont dirigées dans un même sens, Or, ce sens est précisement celui vers lequel dévient les rangées de cils gros et courts et chacune des rangées correspond à l'une des dentelures du bord, de telle façon qu'elle vient aboutir à la base, du côté le plus long de la dentelure, celui qui est tangent au bord du disque.

Cette disposition une fois comprise, il est bien facile de constater que les grands cils moteurs sont implantés sur le bord le plus allongé de chaque dentelure. Ils ne forment donc pas une ligne continue circulaire ni spirale, mais une ligne brisée dont les tronçons ne sont que la simple continuation des rangées des cils courts. En d'autres termes, tous les cils, quels qu'ils soient, qui garnissent le disque, sont implantés suivant une vingtaine de lignes spirales parallèles. Chaque rangée commence tangentiellement au bord du disque par un certain nombre de cils moteurs, puis se courbe vers le centre en portant des cils épais et courts, diminuant graduellement de la périphérie vers le centre.

L'entrée de la bouche rencontre obliquement la surface du disque, le pharynx se dirigeant vers la gauche tout en se rétrécissant lentement (pl. I, fig. 2 et 3). En regardant l'animal de profil (fig. 2), il est facile de voir que le pharynx est logé dans une saillie latérale en forme de poche du corps de l'infusoire. Cette saillie est plus marquée chez certaines espèces et devient frappante chez des individus maigres, se présentant exactement de profil (pl. I, fig. 2). On voit alors qu'un certain nombre des rangées ciliaires du disque, celles sans doute qui partent du bord du péristome le plus rapproché de la bouche,

descendent dans le pharynx et y constituent une série de lignes parallèles presque droites et composées de cils extrêmement fins.

Le bord même de la bouche est garni de cils assez gros et longs, qui battent avec énergie; mais je n'ai pu réussir à me rendre un compte exact de la relation qui peut exister entre ces cils et les rangées que je viens de décrire au long. Tout le reste de la surface du corps des espèces que j'ai observées était glabre; il n'est du moins guère probable que des cils, si fins qu'ils soient, aient pu échapper à mon observation s'ils eussent réellement existé.

La description que je viens de faire pourra sembler longue. C'est que la difficulté de l'observation est extrême, que l'œil doit être aidé du raisonnement pour arriver à comprendre une disposition si complexe et nouvelle pour la science, et que j'ai tenu à suivre dans mon exposition le même ordre que dans mes recherches, afin de faciliter la vérification de mes résultats.

Claparède et Lachmann (VII, p. 192) indiquent comme caractère général des Tintinnodea que ces animaux sont ciliés sur tout leur pourtour et que le péristome porte des cirrhes vigoureux formant plusieurs rangées concentriques. Nous venons de voir que le tapis ciliaire général manque à beaucoup d'espèces et que les cils du péristome présentent une disposition bien différente de celle que ces auteurs ont indiquée.

Stein, qui est préoccupé avant tout de la parenté qu'il attribue aux *Tintinnus* avec les Vorticelles, déclare que le péristome ne porte de cils qu'à son bord, à savoir une seule rangée qui descend dans la bouche et représente de la sorte une spirale dextrogyre. Je crois volontiers que

Stein a eu sous les yeux un infusoire ainsi organisé, puisqu'il nous le dit; mais cet animal n'était certainement pas un *Tintinnus* et appartenait peut-être à quelque groupe voisin des Vorticelles. Une autre forme marine, observée sans coquille, mais que cet auteur considère à tort ou à raison comme légitime propriétaire de certaines coquilles vides trouvées dans le produit de la même pêche, une autre forme, dis-je, est décrite comme portant au bord du péristome une rangée externe de cils longs et une seule rangée interne de cils de moitié plus courts. Il est difficile de savoir si l'auteur a eu affaire à un *Tintinnus* dont il ne donnerait qu'une description incomplète ou à tout autre genre d'infusoires. En tous cas les observations de Stein ont été moins heureuses que celles de Claparède et Lachmann auxquels l'auteur allemand adresse des critiques aussi sévères que peu méritées.

Si l'on regarde attentivement la surface du disque, dans le voisinage de la bouche, on y remarque une légère saillie en forme de croissant qui domine le côté où le bord de l'orifice forme un angle aigu (pl. I, fig. 3). Faut-il rapprocher cette saillie à contours à peine marqués, qui n'est visible que dans certains mouvements de l'animal, de cette partie que Stein décrit chez ses soi-disant *Tintinnus* sous le nom de front et compare au disque des Vorticelles? Je l'ignore, mais il est certain que la légère boursouflure de nos *Tintinnus* n'a aucun rapport, même éloigné avec le disque des Vorticellines.

Le noyau de nos *Tintinnus* est bien difficile à voir. On ne l'aperçoit guère que chez des individus affamés. Du reste je n'ai pas accordé une grande attention à cet organe, puisqu'il est actuellement démontré que la forme, la structure et le nombre des cytoblastes varie infiniment

plus dans les diverses périodes de l'existence d'un même individu qu'elle ne diffère d'une espèce ou même d'un genre à l'autre. Aussi ai-je quelque peine à comprendre que Stein puisse tant reprocher à Claparède et Lachmann de n'avoir pas décrit le noyau chez les formes qu'ils ont observées. Toutes les fois que j'ai cru voir un noyau, il m'a paru situé près du péristome, dans la partie supérieure du corps, et présenter une forme ovalaire (pl. I, fig. 4). Parfois aussi j'ai cru distinguer une vacuole contractile dans la région inférieure du corps (fig. 4). Mais comment arriver à une certitude chez des animaux qui nagent et tournent sur eux-mêmes avec une telle rapidité, et ne s'arrêtent que lorsqu'ils se contractent en un amas informe ?

La coquille de nos animaux est composée d'une matière dure, légèrement élastique, mais se brisant dès que la pression augmente un peu. Cette substance résiste aux acides même assez concentrés et ne présente aucun dégagement de gaz; ce n'est donc pas un carbonate terreux. Elle brûle entièrement à la chaleur rouge-sombre; ce n'est donc pas de la silice. Elle résiste assez longtemps aux alcalis même assez concentrés; ce n'est donc pas une substance cornée. Reste la chitine, à laquelle nous sommes amenés par la méthode d'exclusion.

Renvoyant la description des diverses formes observées jusqu'au moment où nous parlerons des caractères des genres et des espèces, je me borne à remarquer que la coquille présente le plus souvent deux couches distinctes, mais, selon toute apparence, de même composition chimique. Toutes les coquilles observées jusqu'à ce jour par divers auteurs et par moi-même se rapportent à trois types qui semblent au premier abord très tranchés, à

savoir : les coquilles lisses, les coquilles garnies de particules étrangères accolées, et les coquilles en grillage. Toutefois il se trouve des espèces qui établissent la transition entre les coquilles lisses et les coquilles à particules adhérentes ; et d'autre part, parmi les coquilles en grillage, celle que j'ai eu l'occasion d'observer était continue et seulement creusée à sa surface externe d'une quantité d'alvéoles. Elle n'était point percée à jour, ce qui la rapproche de certaines coquilles lisses présentant des dessins à leur surface externe.

Malgré toutes mes recherches, je n'ai pas réussi à observer la reproduction de ces animaux. En revanche, j'ai observé très souvent l'acte initial de la reproduction sexuelle des infusoires, à savoir la conjonction. L'on sait que les infusoires, arrivés à un certain point de leur cycle évolutif, se réunissent deux à deux et se soudent d'une manière plus ou moins intime. Les noyaux des deux individus copulés se soudent aussi et paraissent échanger une partie de leur substance. Après cet acte qui correspond dans ses traits essentiels à la fécondation des Métazoaires, les deux individus se détachent et chacun se reproduit par un phénomène de scissiparité totale ou partielle.

Chez les *Tintinnus*, la présence de la coquille n'est pas un obstacle à la conjugation. Les individus ne quittent pas leur coquille pour se réunir ; ils se soudent par le bord du péristome. Le point de soudure est absolument constant ; il est placé dans le voisinage de la bouche, mais un peu à gauche de cette dernière, en sorte que deux individus en conjugation forment toujours une figure parfaitement symétrique (voy. pl. I, fig. 3). La soudure est assez étendue, très intime et dure plusieurs heures. Pendant ce temps, les individus copulés ne peuvent pas ren-

trer dans leur coquille; ils sont condamnés à rester dans l'état d'extension, et, bien que leur natation soit presque aussi rapide que celle des individus isolés, cette circonstance n'en est pas moins favorable à l'étude de la disposition des cils vibratiles du disque. Je crois que sans ces individus copulés je ne serais pas parvenu à débrouiller complètement la question du mode d'implantation des cils du péristome.

Partie systématique. — Le genre *Tintinnus* a été établi, si je ne me trompe, par Otto-Friedrich Muller (I). Mais cet auteur comprenait sous ce nom tout un ensemble hétéroclite de formes diverses, décrites d'une manière très insuffisante. Schrank (II), puis Ehrenberg (III), circonscrivirent ce genre et prirent pour type, ceci est important à noter, une forme marine, le *Tintinnus inquilinus* (Schrank), à laquelle Ehrenberg ajoute une seconde espèce également marine, le *Tintinnus subulatus* (Ehbg).

Dujardin (V) confond à nouveau les *Tintinnus* avec un autre genre, pourtant très différent, avec les *Vaginicola,* et groupe ensemble des animaux, les uns libres, les autres sessiles et sans parenté réelle. Ni cet auteur, ni ses prédécesseurs ne nous donnent des descriptions qui permettent de distinguer avec certitude les animaux dont ils nous parlent, ni surtout de nous faire une idée de leur organisation. Ce n'est que grâce aux figures, très grossières du reste, qu'ils ont données que l'on a pu retrouver plus tard les espèces qu'ils ont nommées.

Claparède et Lachmann (VII) sont les premiers auteurs qui aient su préciser nos connaissances sur la structure de ces infusoires. Avec raison, ils prennent pour type les espèces marines décrites par Ehrenberg et groupent

autour de ces premières espèces tout une série de formes voisines. Ils décrivent fort bien la forme du corps, la forme et la structure du pédoncule; ils relèvent avec une parfaite justesse ce fait important que les Tintinnodées ne possèdent rien de comparable au disque des Vorticelles et que les cils vibratiles forment plusieurs rangées autour du péristome. Là où se trouve le disque des Vorticelles, il n'y a ici « qu'une dépression concave dont le sol va en « se relevant vers le péristome et se confond avec lui. » Claparède et Lachmann attribuent à toutes les Tintinnodées une toison ciliaire couvrant tout le corps de l'animal. Cette assertion est trop générale, car il y a des espèces appartenant indubitablement à ce groupe et dont le corps est absolument glabre. Nos auteurs décrivent une quinzaine d'espèces nouvelles qu'ils font toutes rentrer dans le genre *Tintinnus,* tout en faisant remarquer que la structure des coquilles permettra d'établir une série de coupes génériques. En effet, parmi les espèces qu'ils décrivent, il en est qui ont une coquille gélatineuse, d'autres une coquille agglutinante, d'autres une coquille creusée d'alvéoles à la surface, d'autres enfin une coquille mince et lisse.

D'autre part, Ehrenberg (VI) sépara des *Tintinnus* proprement dits un autre genre comprenant trois espèces et caractérisé par une coquille percée à jour en forme de treillis ou de grille. Ce genre reçut le nom de *Dictyocysta* (Ehbg).

Jusque-là tout allait bien. La structure et l'histoire des Tintinnodées était imparfaitement connue, il est vrai, mais au moins l'on ne comprenait sous ce nom que des formes dont la parenté était réelle et dont les caractères étaient reconnus dans leurs traits principaux. — Survint

alors Stein (VIII) qui, par une confusion incroyable, vint mettre le désordre dans toute la caractéristique du groupe. En effet, ce naturaliste rencontre dans les eaux douces un infusoire à test très allongé, tantôt libre tantôt fixé; cet infusoire n'a qu'une seule rangée spirale de cils au péristome, rangée qui vient se terminer dans le pharynx. La surface entourée par le péristome est glabre et peut être élevée et abaissée comme un piston de pompe. Qu'en va conclure notre auteur? Que cet infusoire appartient à quelque genre voisin des Vorticelles, mais essentiellement différent des Tintinnus? Nullement! Stein conclut qu'il a devant lui le véritable type du genre *Tintinnus* dont il établit la parenté en conséquence, mettant en doute une partie au moins des résultats de Claparède et Lachmann. Ne connaissant pas le *Tintinnus fluviatilis*, je ne puis porter aucun jugement sur l'exactitude de la description de Stein, je dois l'admettre telle qu'elle est et dès lors il est évident pour moi que l'auteur allemand a vu un animal très différent de celui qui sert de type à la famille, un animal qui ne nous intéresse point ici, puisqu'il sort du cadre du présent travail. Les conclusions que Stein en tire quant aux caractères du genre *Tintinnus* portent à faux.

Je précise encore. Les auteurs qui ont précédé Claparède et Lachmann n'ont fait aucune observation sur la disposition des cils qui entourent le péristome. Claparède et Lachmann reconnaissent que le *Tintinnus inquilinus*, type du genre, porte plusieurs rangées de cils autour d'un péristome creux et ils donnent ce caractère non seulement au genre *Tintinnus*, mais encore à la famille des Tintinnodées. Notre genre se trouve et doit rester ainsi caractérisé; il pourra être subdivisé, mais on ne pourra y faire rentrer, comme Stein l'a tenté, des formes dont le péristome présente des caractères totalement différents.

Il est vrai que Stein a observé une forme marine qu'il rapporte au *Tintinnus inquilinus*, avec le corps dépourvu de petits cils vibratiles et du reste presque la même organisation que son *Tintinnus fluviatilis*. Comme le péristome n'est pas décrit en détail et en l'absence complète de toute espèce de figures, il est difficile de juger de la position réelle de ce *Tintinnus inquilinus*. Enfin une troisième espèce dont Stein propose de faire un genre *Tintinnopsis*, était cilié sur toute la surface du corps et présentait au péristome deux rangées de cils vibratiles, une rangée externe composée de cils très longs et une rangée interne de cils de moitié plus courts; la coquille était garnie de grains agglutinés. Toutefois il est bon de noter que Stein n'a observé que des individus dépourvus de coquilles; il les rapporte, il est vrai, à des coquilles vides rencontrées dans le produit de la même pêche, mais le lecteur pourra conserver quelques doutes sur la justesse de ce rapprochement.

Enfin Haeckel (IX) décrit et figure diverses formes observées à Lanzarote et à Messine. L'auteur avoue que la vivacité de ces animaux l'a empêché de reconnaître tous les traits de leur organisation. Néanmoins il fait connaître une série de faits très curieux et intéressants. Toutes les formes observées par notre auteur sont rapportées à deux genres, à savoir le genre *Dictyocysta* d'Ehrenberg à coquille perforée et un nouveau genre *Codonella*.

Les *Dictyocysta* sont représentés comme ayant un corps conique, se rétrécissant régulièrement jusqu'au point d'attache qui se trouve au sommet de la coquille, et avec deux rangées de cils au péristome, une rangée externe de gros et longs cils et une rangée interne de cils gros et courts. Par bonheur, la description et la figure se

rapportent précisément à l'une des espèces, le *Dictyocysta cassis*, que j'ai eu l'occasion d'observer; les erreurs et les lacunes de la description de Haeckel ne pourront donc servir à former un type fictif comme cela arrive si souvent. Le *Dictyocysta cassis* n'est pas graduellement atténué vers son point d'attache, mais présente un pédoncule bien distinct du corps. Les cils du péristome ne sont pas sur deux rangs, mais forment une série de lignes spiroïdes parallèles, comme je l'ai décrit plus haut. Les grands cils du bord du péristome sont beaucoup plus nombreux et moins longs que Haeckel ne les figure, et enfin *la coquille n'est pas perforée*, mais seulement creusée d'alvéoles à sa surface externe. Il est vrai que ces alvéoles sont si marquées et si profondes qu'il semble d'abord que ce soit un treillis à jour; il faut une attention toute spéciale pour reconnaître la lame interne continue qui ferme les ouvertures du treillis.

Les trois autres espèces de *Dictyocysta* décrites par Haeckel ont la coquille percée d'ouvertures beaucoup plus grandes, et il me paraît difficile d'admettre qu'une paroi continue ait pu échapper à l'observation si elle eût existé. Provisoirement donc nous considérerons ces espèces comme répondant au caractère donné par Ehrenberg à tout le genre, tandis que le *Dictyocysta cassis* devra être placé ailleurs. En comparant la figure du *Dictyocysta mitra* de Haeckel avec le dessin que J. Müller donne de l'espèce qu'Ehrenberg a nommée *D. elegans*, il m'a semblé que ces deux coquilles sont identiques; le *D. mitra* Haeckel ne serait donc qu'un synonyme.

Les autres formes observées par Haeckel sont rapportées à un genre nouveau, le genre *Codonella* caractérisé par la présence au péristome d'une membrane en forme

de collier denté portant une vingtaine d'appendices semblables à de petits lambeaux, dont chacun est relié à une des dents du collier par une partie filiforme. En dehors de cette membrane se trouve une rangée circulaire de longs cils moteurs au nombre d'une vingtaine. Trois espèces ont été observées, dont une avait le corps couvert de petits cils, tandis que les deux autres espèces ont le corps lisse. La coquille présente des bosselures et des stries régulières et se trouve recouverte en partie de particules siliceuses agglutinées. Haeckel présume que les formes décrites par Claparède et Lachmann, et dont les coquilles ressemblent à celles de ses *Codonella*, appartiennent en réalité à ce genre. Cela me paraît très douteux, car j'ai observé moi-même une espèce de Tintinnodée (pl. I, fig. 5), dont la coquille ressemble beaucoup à celle de la *Codonella campanella* (Haeckel) et qui, par la disposition des cils du péristome, se trouve être une véritable Tintinnodée et non une Codonelle.

Haeckel érige les genres *Dictyocysta* et *Codonella* immédiatement en deux familles distinctes des Tintinnodées; c'est aller bien vite en besogne et je crois en particulier que sa famille des Dictyocystides n'a aucune raison d'être. Quant à celle des Codonellides, elle peut subsister au moins jusqu'à ce que la structure des *Codonella* soit mieux connue.

Je propose la classification suivante qui n'a pas la prétention d'être autre chose qu'un arrangement provisoire.

FAMILLE DES TINTINNODÉES (Clap. et Lachm.)

Coquille en forme de clochette, libre. Animal conique, rétractile, attaché à la coquille par un pédoncule rétrac-

tile sans stries ni couches distinctes. Pourtour du corps garni de cils vibratiles très fins ou complètement lisses. Extrémité supérieure tronquée constituant un péristome discoïde, creusé en soucoupe, garnie de cils moteurs au bord et de cils courts vers l'intérieur. Les cils du péristome, tous arrangés suivant une vingtaine de lignes courbes partant de l'intérieur du disque pour devenir tangentes au bord du péristome. Bouche large, excentrique, pharynx garni par le prolongement de quelques-unes des rangées de cils du disque. Nucléus situé dans la partie antérieure du corps, vésicule contractile vers le milieu du corps, anus près du point d'insertion du pédoncule. Conjugation et formation interne d'embryons observées chez diverses espèces.

1er genre. — Tintinnus (Schrank).

Coquille lisse, ferme, chitineuse, transparente, libre de corps étrangers.

Tintinnus ampulla, n. sp.

Pl. I, fig. 1-3.

Coquille ovoïde, terminée postérieurement par une légère saillie en forme de pointe, largement ouverte par en haut où une partie évasée en forme d'entonnoir est superposée à la portion ovoïde. La partie évasée composée de deux zones dont la supérieure est plus évasée que l'inférieure. A la limite entre les deux zones, à la face interne, une légère saillie circulaire découpée en forme d'arcades. Lignes de cils du péristome au nombre de 24. Corps glabre. Longueur de la coquille, $0^{mm},087$. Diamètre à l'entrée, $0^{mm},081$.

Cette espèce est la plus commune de celles que j'ai

trouvées à Villefranche sur Mer. J'en ai vu des centaines dans le produit de mes pêches.

Tintinnus spiralis n. sp.

Pl. I, fig. 4.

Coquille très allongée, pointue, effilée ; le tiers postérieur, presque cylindrique sur une certaine étendue, très étroit, terminé par une pointe aiguë; les deux tiers antérieurs en forme de cône allongé, un peu renflé ; près de l'orifice un épaississement en forme de bourrelet saillant vers l'extérieur. Coquille composée de deux couches bien distinctes, présentant à la surface des stries peu marquées, un peu irrégulières, parallèles en somme, obliques sur l'axe longitudinal de la coquille et décrivant des spires dextrogyres très allongées ; petits points disposés en lignes spirales parallèles aux stries et alternant avec celles-ci. Le bourrelet qui entoure l'orifice constitué uniquement par la couche externe.

Animal court, pédoncule très allongé attaché assez loin du sommet de la coquille ou présentant même deux points d'attache. Lignes de cils du péristome au nombre de 20 environ, corps glabre.

Longueur de la coquille $0^{mm},4$, diamètre à l'orifice $0^{mm},09$.

Je n'ai rencontré à Villefranche qu'un petit nombre d'exemplaires de cette espèce délicate.

Notre genre, caractérisé comme ci-dessus, comprendra selon toute probabilité les *Tintinnus inquilinus* (Schrank), *T. obliquus* (Cl. et Lach.), *T. amphora* (Cl. et L.), *T. acuminatus* (Cl. et L.), *T. Steenstrupii* (Cl. et L.), *T. quadrilineatus* (Cl. et L.), *T. subulatus* (Ehbg), *T. cinctus* (Cl. et L.), *T. urnula* (Cl. et L.).

Peut-être faudra-t-il établir une coupe générique spé-

ciale pour les espèces à fourreau gélatineux telles que le *Tintinnus mucicola*, etc.

2me genre. — CONIOCYLIS, n. g.

Coquille à stries transversales plus ou moins marquées, imprégnée, surtout par places, de particules étrangères minérales agglutinées et empâtées sur sa surface externe; extrémité postérieure généralement effilée.

Coniocylis campanula.
Tintinnus campanula (Ehbg).
Tintinnus campanula (Cl. et L.).
Pl. I, fig. 5.

Cette espèce s'est présentée à diverses reprises à Villefranche, mais toujours en un très petit nombre d'exemplaires; les cils du péristome m'ont paru disposés comme chez les autres Tintinnodées.

Longueur de la coquille 0mm,14, largeur à l'entrée 0mm,218.

C'est dans ce genre que doivent se placer les *Tintinnus Helix* (Cl. et L.), *T. annulatus* (Cl. et L.), *E. ventricosus* (Cl. et L.) et probablement le *Tintinnopsis* de Stein.

3me genre. — CYTTAROCYLIS, n. g.

Coquille continue mais creusée à sa surface externe d'une quantité d'alvéoles plus ou moins profondes, souvent assez régulières et pouvant donner à la coquille l'aspect d'un treillis; extrémité postérieure généralement pointue, souvent plus ou moins déjetée de côté.

Cyttarocylis cassis.
Dictyocysta cassis (Haeck.).
Pl. I, fig. 6.

Coquille creusée à la surface d'alvéoles profondes

fermées seulement par une mince membrane, irrégulières, au moins deux fois aussi larges dans le voisinage de l'orifice que dans la région du sommet; conique brusquement évasée près de l'entrée.

Animal conique, attaché par un pédoncule au sommet de la coquille; péristome portant une vingtaine de rangées de cils. Surface du corps glabre.

Longueur de la coquille $0^{mm},117$, largeur à l'orifice $0^{mm},078$.

C'est dans ce genre que viendront sans doute se placer les *Tintinnus denticulatus* (Cl. et L.) et *T. Ehrenbergii* (Cl. et L.).

Nous réservons le nom de *Dictyocysta* aux espèces dont la coquille est réellement perforée, réduite à une sorte de cage à jour, telles que *Dictyocysta elegans* (Ehrbg), *D. mitra* (Haeck.), *D. lepida* (Ehrbg), *D. acuminata* (Ehrbg), *D. templum* (Haeck.), *D. tiara* (Haeck.).

Quant au *Tintinnus fluviatilis* de Stein, j'ai déjà émis l'opinion que ce n'est point du tout une Tintinnodée. La famille des Codonellides est différenciée par les petits lambeaux du bord du péristome, quoique les coquilles ressemblent énormément à celles du genre *Coniocylis.*

La parenté de notre famille est assez indiquée par la structure particulière que j'ai décrite. Il est clair que leur parenté avec les Vorticellines dont parle Stein n'existe pas et que nos infusoires sont plus différents encore des Vorticelles et des Stentors que ces derniers ne diffèrent entre eux. Je ne discuterai pas la question de savoir si les Tintinnodées doivent rentrer dans l'ordre des Péritriches, car cet ordre semble si peu naturel qu'il ne pourra guère

subsister. Stein lui-même cherche en vain à trouver un caractère commun à toutes les familles dont il compose cet ordre hétérogène. La définition qu'il cherche à en donner dégénère en une casuistique où les caractères de toutes les familles sont énumérés faisant encore mieux ressortir les différences profondes qui les séparent. Si, malgré cela, notre auteur trouve à tous ces êtres un « air de parenté incontestable, » c'est affaire de sentiment, et ce sentiment nous sommes bien libres de ne pas le partager.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

I. Otto-Friedrich Muller, *Prodomus zool. Dan.* 1776.

II. Schrank, *Fauna Boica*, 1803.

III. Ehrenberg, *Die Infusionsthierchen*, 1838.

IV. Ehrenberg, *Monatsberichte Berliner Akademie*, 1840.

V. Dujardin, *Infusoires*, 1841.

VI. Ehrenberg, *Monatsberichte Berliner Akademie*, 1844.

VII. Claparède et Lachmann, *Études sur les Infusoires et Rhizopodes*, 1858.

VIII. Stein, *Der Organismus der Infusionsthiere*, 1859-1867.

IX. Haeckel, *Ueber einige pelagische Infusorien. — Jenaische Zeitschrift*, 1873.

NOTE

SUR

L'EMPLOI DU MICROPHONE

DANS LE SERVICE DE L'HEURE ASTRONOMIQUE

PAR

M. le Dr M.-Wilhelm MEYER
Astronome-adjoint à l'Observatoire de Genève.

(Communiqué à la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève dans sa séance du 18 novembre 1880.)

Depuis quelques mois on fait à l'Observatoire de Genève une application du microphone sur laquelle je me permets de donner ici quelques détails, dans l'espoir qu'une installation du même genre puisse être appliquée aussi dans d'autres établissements. Il s'agit de la transmission du son des battements d'une pendule astronomique d'un endroit à l'autre; d'après l'arrangement qui va être exposé, les observations peuvent se faire à tous les instruments, placés dans les différents locaux de l'Observatoire, à l'aide de la même pendule normale.

Mais, avant d'entrer dans les détails de cette installation, j'ajouterai quelques mots sur la construction et le fonctionnement du microphone lui-même, instrument aussi simple que merveilleux, qui, néanmoins, n'avait

pas, que je sache, trouvé jusqu'à présent une pareille application.

Les pièces essentielles du microphone sont trois morceaux de charbon, de la même espèce que celle employée pour la pile de Bunsen, et dont deux, en forme de plaque, sont fixés sur une petite planche en bois sec, à une distance de quelques centimètres verticalement l'un sur l'autre. Sur les deux côtés intérieurs et horizontaux de ces plaques se trouvent deux trous coniques destinés à recevoir les pointes d'une petite baguette également en charbon. Cette baguette a un peu de jeu entre les plaques et peut, dans le cas d'un mouvement de ces dernières, osciller sur la pointe inférieure. Aux deux plaques sont fixés les deux fils conducteurs d'une pile composée d'un seul élément, et un téléphone est intercalé dans un endroit quelconque du circuit. Dès que l'ébranlement causé par un bruit minime fait osciller la baguette du microphone, elle se trouvera en contact plus ou moins intime avec les plaques horizontales; la résistance dans l'intérieur du microphone variera en conséquence, et produira en même temps des variations dans l'état magnétique de l'aimant du téléphone. La plaque en fer placée à l'embouchure du téléphone sera attirée plus ou moins fortement par suite de ces variations, et ses vibrations seront perçues aussitôt que la baguette du microphone aura été ébranlée.

Pour passer maintenant à l'application de cet instrument intéressant, je donnerai d'abord quelques détails sur l'installation de la ligne microphonique à l'intérieur de l'Observatoire, laquelle fonctionne journellement depuis le mois d'août. Le microphone de cette ligne est fixé à l'extérieur de la cage de la pendule normale d'Arnold.

Un des fils conducteurs joint directement un pôle d'un élément de Maidinger de dimension moyenne avec le microphone, tandis que l'autre fil établit la communication entre l'autre pôle de la pile et le microphone en passant par le téléphone et un commutateur à trois boutons. Les deux fils venant de la bobine du téléphone sont très minces et entrelacés de façon à ne former qu'une seule corde souple de plusieurs mètres de longueur. Le téléphone, de grande dimension, sort de la fabrique de télégraphes de M. Hipp, à Neuchâtel. L'on peut faire ainsi retentir le son des battements de la pendule Arnold, non-seulement dans les différentes parties de la salle, dans laquelle celle-ci se trouve, mais aussi dans les pièces voisines dans lesquelles le téléphone peut être transporté, grâce à la longueur et à la flexibilité de la corde, et c'est par ce procédé que l'on fait tous les jours les comparaisons des autres pendules de l'Observatoire avec la pendule normale. Ce téléphone peut être transporté également dans la coupole occidentale dans laquelle se trouve l'alt-azimut; à défaut d'une bonne pendule astronomique, il fallait précédemment recourir à l'enregistrement chronographique pour observer les passages d'étoiles. Maintenant on peut observer ces passages à l'ouïe, en écoutant les battements de la pendule Arnold dans le téléphone. Un simple compteur de secondes, ou un chronomètre de poche sert à déterminer à chaque nouvelle observation le chiffre de la seconde entière, et l'exactitude des observations faites de cette façon n'est pas inférieure à celle obtenue sans l'intermédiaire du microphone et du téléphone.

Le même microphone et la même pile servent à transmettre les battements de la seconde d'Arnold à la tour du

grand équatorial, mais à l'aide d'un second téléphone, le n° 2, installé dans la tour, dont l'un des fils est fixé au troisième bouton du commutateur que j'ai déjà mentionné. Par le moyen de ce commutateur on peut, ou bien faire passer le courant de la pile par le microphone et le téléphone n° 2, lorsque l'on veut s'en servir exclusivement dans la grande tour, ou bien par le téléphone n° 1, lorsque l'on veut s'en servir exclusivement dans l'ancien Observatoire. L'on peut enfin faire passer le courant par les bobines des deux téléphones à la fois; dans ce cas, les battements de la pendule Arnold sont entendus simultanément à l'ancien bâtiment comme dans la nouvelle tour du grand équatorial, et l'intensité de la reproduction des battements dans chaque téléphone ne diffère pas sensiblement de celle obtenue, lorsqu'un seul est intercalé dans le circuit. Il est certain qu'on pourra toujours multiplier les embranchements de façon à établir dans chaque salle d'un Observatoire, bien plus étendu que le nôtre, un téléphone reproduisant les battements de la même pendule normale. L'utilité d'un tel arrangement pour le service journalier de l'heure astronomique se comprend d'elle-même. Pour toutes les observations faites à l'ouïe, une seule pendule suffira dans un établissement astronomique, quelque étendu qu'il puisse être, et c'est surtout pour les observations faites avec un équatorial de grande dimension que cet arrangement est commode. La position de l'astre à observer oblige quelquefois l'observateur à s'éloigner trop de la pendule, pour que les battements puissent être entendus distinctement, mais le téléphone peut être posé pour chaque observation à la place convenable.

La ligne microphonique entre l'Observatoire et l'Hôtel

municipal fonctionne déjà depuis le mois d'avril 1880, et l'on s'en sert pour régler la pendule qui transmet l'heure aux cadrans électriques. La disposition de cette ligne diffère de celle à l'intérieur de l'Observatoire, en ce que le courant se ferme par une communication avec la terre des deux côtés. Le microphone est placé intérieurement au fond de la cage du régulateur à l'Hôtel municipal; l'un des fils partant de ce microphone aboutit à l'un des pôles d'une pile, dont l'autre pôle est en communication avec la terre. Le second fil du microphone va par une ligne aérienne jusqu'à l'Observatoire, où il est fixé à l'un des boutons d'un second commutateur, à l'aide duquel on peut fermer le circuit par la terre, après avoir fait passer le courant par les bobines de téléphone n° 1.

De cette façon, l'on peut entendre dans le téléphone n° 1 de l'Observatoire les battements du régulateur de l'Hôtel municipal, le circuit électrique entre les deux établissements étant fermé par la terre. Enfin, un autre système de commutateur permet de mettre en marche, ou une sonnerie électrique, ou une simple ligne téléphonique entre les deux établissements.

Avec cet arrangement la transmission de l'heure astronomique à l'Hôtel municipal se fait comme suit : L'astronome chargé du service des pendules écoute dans le téléphone N° 1, les battements du régulateur à l'Hôtel municipal. Il peut facilement déterminer le chiffre de la seconde entière de ce régulateur, parce que, à chaque minute entière ou à la soixantième seconde, ce dernier met en marche le mouvement auxiliaire qui établit les contacts électriques pour les différentes lignes des cadrans; le décrochement de ce mouvement s'entend parfaitement

bien à l'Observatoire. Au moyen de la ligne microphonique on peut donc faire une comparaison directe du régulateur à l'Hôtel municipal avec la pendule normale à l'Observatoire, et on trouve de cette manière l'erreur du régulateur avec la même exactitude que par la comparaison d'une pendule placée dans l'Observatoire même. A une heure convenue l'employé chargé du service des horloges électriques avertit l'astronome par la sonnerie, qu'il est à son poste. Il établit ensuite la ligne téléphonique, et l'astronome lui communique par le moyen du téléphone l'erreur du régulateur, qu'il règle alors à l'aide de pendules auxiliaires. Après cette opération, il rétablit la ligne microphonique, pour que l'astronome puisse faire une seconde comparaison ; l'on s'assure de cette façon que l'erreur du régulateur a été exactement corrigée, et une dernière communication a lieu au moyen de la ligne téléphonique pour transmettre à l'Hôtel municipal le résultat de la comparaison de contrôle. Tout ce service se fait dans cinq à sept minutes, et les appareils utilisés ont toujours bien fonctionné depuis leur installation.

Ayant remarqué que le courant arrivant à la bobine du téléphone, après avoir surmonté la forte résistance dans le microphone, tout en étant extrêmement faible, donnait néanmoins de si bons résultats pour l'emploi dont je viens de parler, il m'intéressait de savoir au juste quelle résistance on pourrait encore intercaler dans le circuit d'une pareille ligne microphonique, sans nuire sensiblement à son utilité du point de vue en question. J'ai expérimenté d'abord avec un rhéostat sortant de la fabrique de télégraphes de Hassler et Escher à Berne, représentant 6000 unités de Siemens. Cette résistance correspond à peu près à 600 kilom. d'une ligne télégraphique établie

avec un fil de fer de 4^{mm} de section. Le courant provenant d'un seul élément de Meidinger avait encore, malgré l'intercalation de cette résistance, assez de force pour que les battements de la pendule Arnold fussent distinctement entendus dans le téléphone, si on mettait celui-ci près de l'oreille. J'ai fait alors passer le courant par une solution de sel ordinaire, et le résultat était à peu près le même qu'avec la résistance introduite par le rhéostat ; on entendait même encore faiblement les battements, en faisant passer le courant à la fois par le rhéostat et par la solution, c'est-à-dire avec une résistance correspondant au moins à une ligne télégraphique de 1200 kilom. Pendant une de ces expériences il s'est trouvé par hasard que les deux électrodes ne trempaient pas dans la solution ; je fus très étonné alors d'entendre encore les battements, quoique le courant fût forcé de traverser le bouchon au travers duquel les électrodes passaient à environ 3^{mm} de distance. J'ai continué ensuite ces expériences avec une pile de Meidinger à huit éléments. En intercalant dans le courant de cette pile une résistance de 600 kilom., l'on entendait encore très bien les battements de la pendule en plaçant l'oreille à deux ou trois décimètres du téléphone. J'ai constaté enfin que l'expérience réussissait encore mieux avec un seul élément de Bunsen de dimension ordinaire. Le courant avait encore un effet sensible sur l'aimant du téléphone, après avoir traversé à la fois un bouchon de 5^{mm} d'épaisseur et le rhéostat.

Ces expériences très faciles à faire démontrent que la transmission de l'heure locale, d'un endroit à l'autre, pourra se faire par l'intermédiaire d'une ligne microphonique avec la même exactitude qu'une comparaison de deux pendules peut se faire à l'ouïe dans l'intérieur de

l'Observatoire; l'erreur d'une comparaison entre une pendule à temps sidéral et une pendule à temps moyen faite par coïncidence ne dépasse pas trois centièmes de seconde. Actuellement la comparaison de l'heure locale de deux endroits éloignés, en d'autres termes, la détermination de la différence de longitude géographique entre deux stations astronomiques, se fait par l'intermédiaire du télégraphe et du chronographe. Avec l'emploi d'une ligne microphonique un certain nombre d'erreurs de cette dernière méthode pourrait être éliminé, en particulier les différentes défectuosités dans le mécanisme des appareils électriques, dans le chronographe et dans les relais, qui n'existeraient plus pour le microphone. Ainsi, par exemple, le temps qui s'écoule entre l'arrivée du courant, et dans l'attraction de l'électro-aimant du relais ou du chronographe, n'est pas constant; mais, dans la ligne microphonique, il s'agit seulement d'une variation extrêmement faible de l'état de magnétisme perpétuel de l'aimant du téléphone, variation dont l'effet sur la plaque vibrante dans ce dernier doit nécessairement se produire dans un temps absolument négligeable, dès que l'action du son sur la baguette en charbon du microphone s'est fait sentir. Il faut naturellement faire abstraction du temps employé par le courant pour parcourir la ligne entre les deux stations lequel est éliminé également, si l'on se sert alternativement d'une pile placée dans chaque station.

La communication microphonique permet d'observer à l'ouïe dans les deux stations les passages des mêmes étoiles à la même pendule; la correction de cette pendule déterminée à la fois par les deux observateurs fera connaître la différence de longitude. L'équation personnelle entre les deux observateurs pourrait être éliminée,

comme on l'a fait antérieurement, en faisant une seconde série d'observations de l'heure dans laquelle les observateurs changeraient de station. De cette manière les erreurs du chronographe, de l'échange des signaux pour la comparaison des pendules seraient complètement éliminées, et l'incertitude sur la marche de la pendule employée serait réduite à un minimum, si la différence de longitude n'est pas considérable.

Je suis loin de prétendre que les avantages de la méthode que je viens de tracer ici en quelques mots, puissent équivaloir à ceux de la méthode du chronographe, avantages qui consistent principalement dans la possibilité de multiplier facilement les observations; néanmoins il ne serait peut-être pas inutile de l'examiner en pratique.

EXERCICES

DE

GÉOMÉTRIE ANALYTIQUE

PAR

M. Lucien de la RIVE

La développée de l'ellipse est la projection orthogonale d'une hypocycloïde.

I. *Équation de la développée de l'ellipse.*

Les recherches sur l'ellipse sont simplifiées par l'emploi d'une variable auxiliaire de la manière suivante :

OX et OY (Pl. II, fig. 1) sont un système d'axes rectangulaires. La droite MAB étant assujettie à se mouvoir de telle manière que les points A et B de la droite décrivent respectivement les demi-axes, le point M décrit une ellipse. L'angle MAO étant désigné par φ, les coordonnées de M par x et y, et les longueurs AM et BM par a et b;

$$x = a \sin \varphi$$
$$y = b \cos \varphi$$

et par conséquent

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$$

On appellera l'angle φ l'amplitude du point M. Soit ψ l'angle ONM de la normale avec l'axe des Y :

$$\text{tg.}\,\psi = -\frac{dy}{dx} = \frac{b}{a}\,\text{tg.}\,\varphi$$

d'où résulte :

$$\sin\psi = \frac{b.\sin\varphi}{\sqrt{a^2\cos^2\varphi + b^2\sin^2\varphi}}$$

et

$$\cos\psi = \frac{a\cos\varphi}{\sqrt{a^2\cos^2\varphi + b^2\sin^2\varphi}}$$

L'on a :

$$ds = \sqrt{dx^2 + dy^2} = \sqrt{a^2\cos^2\varphi + b^2\sin^2\varphi}\,d\varphi$$

D'autre part :

$$\frac{d\psi}{\cos^2\psi} = \frac{b}{a}\,\frac{d\varphi}{\cos^2\varphi}$$

ρ étant le rayon de courbure

$$\rho\,d\psi = ds$$

Remplaçant $d\psi$ et $\cos\psi$ par leurs valeurs en $d\varphi$ et φ, on trouve :

$$\rho = \left(\frac{a^2\cos^2\varphi + b^2\sin^2\varphi}{ab}\right)^{\frac{3}{2}}$$

Soient x' et y' les coordonnées du point de la développée correspondant au point M :

$$x - x' = \rho\sin\psi$$
$$y - y' = \rho\cos\psi$$

Remplaçant x, ρ et ψ par leurs valeurs en φ, il vient :

$$x' = \frac{a^2 - b^2}{a} . \sin^3 \varphi$$

$$y' = -\frac{a^2 - b^2}{b} . \cos^3 \varphi$$

La valeur négative de y^1 montre que la branche de la développée correspondant à la branche de l'ellipse comprise dans l'angle XOY est comprise dans l'angle XOY'. L'Équation de la développée est :

$$\left(\frac{x'}{\frac{a^2 - b^2}{a}}\right)^{\frac{2}{3}} + \left(\frac{y'}{\frac{a^2 - b^2}{b}}\right)^{\frac{2}{3}} = 1$$

II. *Équation de l'hypocycloïde obtenue par le roulement d'un cercle de rayon R dans l'intérieur d'un cercle de rayon 4 R.*

OX et OY (fig. 2) sont des axes rectangulaires. On considère la branche de l'hypocycloïde comprise dans l'angle Y'OX. Soit C une position du centre du cercle de rayon R définie par l'angle φ égal à Y'OB. Pour déterminer la position du point M qui se trouvait en D lorsque le centre du cercle se trouvait sur l'axe des Y, du point A comme centre avec un rayon égal à OA, on trace un arc de cercle qui coupe OY' en E et on mène la droite AE qui coupe le cercle C en M.

En effet, l'angle EAB est égal à 2φ et par conséquent l'angle MCB à 4φ; x et y étant les coordonnées de M :

$$x = 3 \text{ R} . \sin \varphi - \text{R} \sin 3' \varphi$$
$$-y = 3 \text{ R} \cos \varphi + \text{R} \cos 3 \varphi$$

D'autre part :

$$\sin^3 \varphi = \frac{3}{4} \sin \varphi - \frac{1}{4} \sin 3 \varphi$$

$$\cos^3 \varphi = \frac{3}{4} \cos \varphi + \frac{1}{4} \cos . 3 \varphi$$

Donc :

$$x = 4 \text{ R} . \sin^3 \varphi$$
$$y = - 4 \text{ R} \cos^3 \varphi$$

et l'Équation de l'hypocycloïde est :

$$\left(\frac{x}{4 \text{ R}}\right)^{\frac{2}{3}} + \left(\frac{y}{4 \text{ R}}\right)^{\frac{2}{3}} = 1$$

III. *La développée et l'hypocycloïde sont réciproquement les projections orthogonales l'une de l'autre.*

L'Équation de la développée est :

$$\left(\frac{x}{\frac{a^2 - b^2}{a}}\right)^{\frac{2}{3}} + \left(\frac{y}{\frac{a^2 - b^2}{b}}\right)^{\frac{2}{3}} = 1$$

posant $x = \frac{b}{a} x'$, cette équation devient :

$$\left(\frac{x'}{\frac{a^2 - b^2}{b}}\right)^{\frac{2}{3}} + \left(\frac{y}{\frac{a^2 - b^2}{b}}\right)^{\frac{2}{3}} = 1$$

équation d'une hypocycloïde pour laquelle $\text{R} = \frac{a^2 - b^2}{4 b}$.

D'autre part, x' et y sont les coordonnées d'une courbe plane située dans un plan coupant le plan de la développée suivant l'axe des y et faisant avec ce plan un angle dont le cosinus est égal à $\frac{b}{a}$, et telle que sa projection orthogonale sur le plan de la développée, soit la développée.

En posant $y = \frac{a}{b}\, y'$, l'équation de la développée devient :

$$\left(\frac{x}{\frac{a^2 - b^2}{a}}\right)^{\frac{2}{3}} + \left(\frac{y'}{\frac{a^2 - b^2}{a}}\right)^{\frac{2}{3}} = 1$$

hypocycloïde pour laquelle $R = \frac{a^2 - b^2}{4a}$. Le plan de cette courbe coupe celui de la développée suivant l'axe des x et fait avec lui un angle dont le cosinus est égal à $\frac{b}{a}$ et elle est la projection de la développée.

Ainsi la développée de l'ellipse est la projection d'une hypocycloïde et elle a pour projection une hypocycloïde.

IV. On vérifie de la manière suivante *que la développée en satisfaisant à l'une de ces conditions satisfait aussi à l'autre.*

L'ellipse dont les demi-axes sont a et b, a étant plus grand que b est la projection d'un cercle de rayon a et a pour projection un cercle de rayon b, les plans des cercles coupant respectivement celui de l'ellipse suivant les axes et faisant avec ce plan un même angle dont le cosinus

est $\frac{b}{a}$. Soient en effet OA et OB les deux cercles (fig. 3) dont les rayons sont a et b, OX et OY des axes rectangulaires, YOA l'angle φ, AP et BQ des parallèles aux axes qui se rencontrent en M. La similitude des triangles OBQ et AOP donne :

$$\frac{QB}{MQ} = \frac{MP}{AP} = \frac{b}{a}$$

D'autre part, x et y étant les coordonnées de M :

$$x = a \sin \varphi$$
$$y = b \cos \varphi$$

et par conséquent le point M décrit l'ellipse dont les axes sont a et b. On remarquera que l'angle φ est le même que celui qui a été désigné plus haut par amplitude du point M.

L'hypocycloïde peut être obtenue de la manière suivante :

Le centre C (fig. 4) du cercle de rayon R se meut avec une vitesse angulaire 1 sur le cercle de rayon 3 R à partir de l'axe OY' et le point M se meut sur le cercle R avec une vitesse angulaire 3 à partir de l'axe CD parallèle à Y et dans un sens contraire à celui du premier mouvement. On voit en effet que φ désignant l'angle Y'OB, l'angle DCM est égal à 3φ et par conséquent BCM est égal à 4φ. Cette génération de l'hypocycloïde conduit à la suivante pour la développée dont elle est la projection en donnant à R sa valeur $\frac{a^2 - b^2}{4b}$: le centre d'une ellipse dont les axes suivant les y et les x sont

respectivement $\frac{a^2 - b^2}{4b}$ et $\frac{a^2 - b^2}{4a}$ se meut sur une ellipse semblable de dimensions triples et le complément de l'amplitude de ce centre augmente avec une vitesse uniforme 1 ; le point M se meut sur la petite ellipse en sens contraire du premier mouvement et le complément de l'amplitude de M augmente avec une vitesse uniforme 3. Si l'on considère l'hypocycloïde projection de la développée pour laquelle $R = \frac{a^2 - b^2}{4a}$, on obtient pour la développée la même génération par les deux mêmes ellipses, puisque celles-ci ont pour projections les cercles de rayon $\frac{a^2 - b^2}{4b}$ et $\frac{3(a^2 - b^2)}{4b}$ et que les amplitudes sont mesurées sur ces cercles par les mêmes angles que sur les premiers.

V. *Génération circulaire de l'ellipse et de sa développée.*

Tout point lié invariablement à un cercle qui roule dans l'intérieur d'un cercle de rayon double décrit une ellipse. Le point considéré B (fig. 5) se trouve sur l'axe des Y quand le centre C du cercle mobile s'y trouve également. Le centre se trouvant en C′ position définie par l'angle YOC′ désigné par φ, on voit que DC′E est une ligne droite, car les triangles DC′O et OC′E sont tous deux isocèles, d'où résulte que l'angle OEC′ est le complément de l'angle ODE. De plus, DE est la position actuelle du diamètre DO puisque l'angle DC′H est égal à 2φ. Le point qui était en B à l'origine se trouve donc en M sur le diamètre DE à une distance de C′ égale

à CB. x et y étant les coordonnées de M et a et b désignant les longueurs constantes MD et ME, on a :

$$x = a \sin \varphi$$
$$y = b \cos \varphi$$

Le point M décrit donc une ellipse et l'angle φ est la variable déjà employée que l'on a désignée par l'amplitude du point M.

La génération circulaire des deux ellipses par lesquelles la développée est décrite conduit aux constructions suivantes :

Le rayon du cercle OG est égal à $\frac{3}{4}\left\{\frac{a^2-b^2}{a} + \frac{a^2-b^2}{b}\right\}$ et l'angle de OG avec l'axe négatif des y est égal à φ. Ce cercle roulant dans le cercle de rayon double donne le point N de l'ellipse dont les axes sont NR et NS respectivement égaux à $\frac{3}{4}\frac{a^2-b^2}{b}$ et $\frac{3}{4}\frac{a^2-b^2}{a}$ et l'amplitude de N comptée à partir des y négatifs est φ. Du point N comme centre, on trace le cercle de rayon NK égal au tiers de OG et dans lequel un cercle de rayon moitié décrit en roulant la seconde ellipse. Par le point N, on mène des axes NY′ et NX′, puis du même point comme centre avec le rayon NI un arc de cercle qui coupe OG en L. La droite LN prolongée suivant NT fait avec l'axe NY′ un angle 3φ. En effet, NIL étant égal à 2φ, SNL vaut 4φ et par conséquent TNY′ est égal à 3φ. La droite NK, symétrique à NT par rapport à NX′, détermine la position du cercle roulant et JF est le diamètre sur lequel se trouve le point μ de la développée. $M\mu$ est le rayon de courbure.

La développée est donc obtenue de la manière sui-

vante : le cercle IG roule dans l'intérieur du cercle OG, le rayon OG restant symétrique au prolongement de OH par rapport à l'axe OY. Le point N entraîne avec lui le second cercle qui se meut parallèlement à lui-même et dans lequel roule le cercle moitié ; la vitesse de ce second mouvement est déterminée par la constance de la longueur NL et le point μ est lié au cercle roulant.

SUR

L'EMPLOI DE QUELQUES COULEURS AZOIQUES

DANS LA CHIMIE PHYSIOLOGIQUE

PAR

M. le Dr A. DANILEWSKY

Plusieurs observations rendent probable l'existence de combinaisons des substances albuminoïdes avec les acides ou les alcalis, combinaisons qui sont généralement décomposées par le lavage. Nous trouvant dans l'impossibilité d'isoler ces combinaisons avec leurs parties constituantes en proportions stables, nous sommes privés des moyens de nous assurer de l'existence de pareilles combinaisons. Mais si les acides ou les alcalis se combinent réellement avec les substances albuminoïdes, ce fait doit être un des meilleurs caractères distinctifs de ces substances. Il est donc évident qu'une méthode indiquant sûrement cette combinaison des acides ou des alcalis est très désirable.

Nous connaissons beaucoup de matières colorantes qui, sous l'influence des acides et des bases, subissent un changement de couleur très frappant : par exemple les tropéolines[1]. Parmi celles-ci, il y en a qui sont caractéri-

[1] *Berichte deutsch. chemisch. Gesellsch.* 1879, p. 258.

sées en ce qu'elles ne sont pas changées par tous les acides ou sels qui rougissent le tournesol, ou par les alcalis et sels qui bleuissent le tournesol.

En étudiant dans ce but ces couleurs, j'en ai trouvé deux, dont l'une passe du jaune au lilas foncé, en contact avec les acides minéraux et quelques acides organiques, et l'autre de l'orange au rouge carmin foncé, avec les alcalis et les terres alcalines libres. — La première couleur, la tropéoline OO[1], sert à déceler les acides libres. — Ceux-ci peuvent être divisés en trois groupes :

I. Acides, agissant de suite sur la tropéoline OO, transformant la couleur orange ou lilas en noir, savoir : les acides sulfurique, sulfureux, chlorhydrique, nitrique, nitreux, phosphorique, arsénique et d'autres acides minéraux forts; l'acide oxalique.

II. Acides qui, dilués, ne produisent qu'une coloration rougeâtre, savoir: les acides tartrique, citrique et d'autres acides organiques forts; enfin l'acide chromique.

III. Acides qui n'altèrent pas la matière colorante de la manière indiquée, savoir : les acides carbonique, acétique et les autres acides gras, la plupart des acides organiques, l'acide phénique, l'acide borique, arsénieux, toutes les substances albuminoïdes acides et leurs dérivés qui rougissent le tournesol.

On peut faire ces expériences avec la tropéoline OO dans des solutions, mais il est préférable d'en imprégner des bandes de papier à filtrer qu'on dessèche et sur lesquelles on met ensuite le liquide à essayer. Lorsqu'il s'agit de constater la plus petite quantité d'acide libre du

[1] Cette couleur a déjà été proposée comme indicateur par M. Miller. *Ber. deutsch. chem. Ges.* 11, p. 460. C'est: l'oxynaphtylazophényle sulfoconjugué.

premier groupe, on évapore à 30-40° C sur une plaque de porcelaine une solution alcoolique de tropéoline et on y ajoute ensuite une goutte du liquide à essayer. En présence d'un acide libre du premier groupe, il se forme de suite une tache foncée, ou, si la quantité est très petite, elle apparaît en desséchant avec précaution.

Tous les sels des acides minéraux forts, chimiquement neutres, mais qui rougissent plus ou moins fortement le tournesol, n'ont pas d'influence sur la tropéoline OO. Les sels acides comme par exemple le sulfate acide de potassium donnent la coloration lilas, mais à un degré moindre que l'acide libre. La présence de l'alcool, de la glycérine entrave la réaction, tandis qu'elle n'est que peu ou pas du tout empêchée par la glucose, la dextrine, la saccharose, l'empois d'amidon, une solution de gomme, même lorsque ces substances se trouvent en quantité notable.

Quelques substances albuminoïdes suspendues ou dissoutes dans l'eau jouissent de la propriété de fixer à 15-16° C une certaine quantité d'acides minéraux qu'on ne peut plus constater avec la tropéoline OO. En répétant l'expérience avec la même quantité d'eau, à laquelle on ajoute de la même manière l'acide, on voit que, suivant la quantité de la substance albuminoïde, on doit ajouter à sa dissolution 10 à 100 fois la quantité d'acide avant que la réaction caractéristique de la tropéoline OO aît lieu. D'autres substances albuminoïdes se comportent autrement, en ne fixant pas d'acide à la température ordinaire, de sorte que celui-ci agit sur la tropéoline comme dans l'eau seule. Je ferai observer que la solution d'albumine, qui est loin d'être saturée avec l'acide (essai sur la tropéoline) rougit déjà fortement le tournesol.

I. Les substances albuminoïdes et leurs dérivés, qui

fixent les acides minéraux à la température ordinaire et qui s'y dissolvent dans le cas où elles étaient insolubles dans l'eau, sont la myosine, la syntonine, l'albumine acide, la fibrine du sang (se gonfle et fixe l'acide dans cet état et par conséquent plus lentement), tous les peptones, les degrés intermédiaires entre les différentes substances albuminoïdes et leurs peptones résultant de la peptonisation au moyen de la pepsine et de l'acide[1].

II. Les substances albuminoïdes qui ne se combinent pas avec les acides minéraux à la température ordinaire sont : l'albumine, la caséine, les albuminates, les degrés intermédiaires insolubles entre l'albumine, la caséine et les peptones qui se forment sous l'influence du ferment pancréasique en présence d'alcali (degrés intermédiaires acides[1]) ou d'acide (degrés intermédiaires neutres).

En chauffant les membres du second groupe avec des acides minéraux dilués ou en faisant agir sur eux la pepsine avec un acide, ils se transforment en substances appartenant au premier groupe.

On sait que par la peptonisation de toutes les substances albuminoïdes, par la pepsine et un acide, il se forme d'abord un corps possédant toutes les propriétés de la syntonine. Pour éviter toute confusion, j'ai nommé syntoxide le degré intermédiaire.

Comme exemple, je fais suivre la détermination de sa capacité de saturation pour l'acide chlorhydrique.

De la syntoxide, laissant 0,80 °/₀ de cendres, récemment précipitée de sa dissolution acide par neutralisation,

[1] Ces degrés intermédiaires sont décrits dans *Journ. d. russ. chem. Ges. in Saint-Petersburg*, n° 12, n° 3, 4, en abrégé dans le *Moniteur scientifique*. Quesneville, numéro d'octobre 1880, p. 1109.

a été lavée d'abord par décantation et ensuite sur le filtre, puis suspendue dans une petite quantité d'eau. Pour faire le contrôle, j'ai mis dans un autre vase le même volume d'eau. Aux deux liquides on ajoute, d'abord par petites portions et à la fin goutte à goutte, de l'acide chlorhydrique $^1/_{10}$ normal, en agitant chaque fois et en laissant reposer pendant 5 à 10 minutes avant d'essayer la réaction avec une petite goutte du liquide sur une tache de tropéoline OO. Lorsque celle-ci passe du jaune au brun et devient lilas en évaporant avec précaution, on considère la substance comme saturée d'acide. La solution est exactement neutralisée avec de la soude $^1/_{10}$ normal, évaporée, desséchée et pesée.

1. 1,0312 gr. de substance (cendres défalquées) s'est combinée avec 0,03750 gr. HCl = 3,63 $^0/_0$.

2. 1,9568 gr. de substance (cendres défalquées) s'est combinée avec 0,07193 gr. HCl = 3,67 $^0/_0$.

La détermination de la saturation est plus difficile avec une solution de peptone, à cause de la couleur; je suis cependant arrivé à trouver une capacité de saturation de 6,0 à 8,0 $^0/_0$ HCl.

La seconde couleur que je recommande est la tropéoline OOO n° 1[1], qui doit servir à examiner la combinaison des alcalis avec les substances albuminoïdes et leurs dérivés. Les propriétés qui la rendent propre à cet usage sont les suivantes: En solution ou desséchée sur du papier, elle possède une belle couleur orange et, évaporée sur la porcelaine, elle laisse une tache rouge foncé avec reflet métallique (même lorsque la solution n'était pas très concentrée) et qui devient de suite orange en l'hu-

[1] Sel de potasse de phénylamidoazobenzol-sulfoconjugué.

mectant. Les alcalis fixes et volatils, les hydrates des terres alcalines transforment l'orange en un beau rouge carmin. Les combinaisons des alcalis avec des acides minéraux très faibles, comme les acides carbonique, borique, antimonique, déterminent le même changement de couleur, quoique d'une manière beaucoup moins intense. La manière dont se comportent les phosphates de sodium est très intéressante à ce point de vue. Le sel normal rougit de suite la tropéoline OOO n° 1 même en solution étendue, le sel secondaire rougit faiblement et seulement en solution concentrée, tandis que le sel primaire n'altère pas du tout la matière colorante. Mais ce qui est le plus important pour nous est le fait que la plupart des acides organiques se combinent avec les alcalis les plus forts, de manière à ce que ces combinaisons n'altèrent pas du tout la tropéoline OOO n° 1, même une solution concentrée. Ainsi, le formiate de sodium, les acétates de potassium et de sodium, le benzoate d'ammoniaque, l'oxalate d'ammoniaque, le sulfocyanure de potassium et beaucoup d'autres sels sont complètement inactifs. Les alcalis sont saturés par les peptones et d'autres dérivés acides des substances albuminoïdes comme le font les acides organiques. De pareilles combinaisons bleuissent fortement le tournesol, mais n'ont pas d'influence sur la tropéoline si elles ne renferment pas de base en excès. La réaction avec cette matière colorante pour constater la plus petite quantité d'alcali libre s'obtient le mieux en réunissant une gouttelette du liquide à examiner avec une gouttelette de solution de la matière colorante. La présence de beaucoup d'alcool et la chaleur entravent la réaction. S'agit-il de déterminer la capacité de saturation d'un corps soluble dans l'eau, par exemple d'une peptone : on

détermine dans une portion la quantité de la substance et dans une autre portion égale la saturation avec une lessive de soude $^1/_{10}$ normale. Mais lorsque la substance albuminoïde est insoluble dans l'eau, il est préférable d'employer à la place d'un alcali fixe une solution d'ammoniaque $^1/_{10}$ normale et ensuite on détermine la quantité de la substance en évaporant et en desséchant le liquide essayé, car l'ammoniaque que la substance avait fixé se dégage.

I. Les substances albuminoïdes qui se combinent avec les bases à la température ordinaire sont : la caséine, les albuminates, les substances protalbiques (degrés intermédiaires entre les albumines et les peptones résultant de la peptonisation par le ferment pancréatique en présence d'alcali), toutes les peptones et l'albumine β[1].

II. Les substances albuminoïdes qui ne se combinent pas avec les bases à la température ordinaire sont : la myosine, la syntonine, la fibrine du sang et les degrés intermédiaires entre l'albumine et la peptone, se formant dans la peptonisation par le ferment pancréatique en présence d'un acide.

Pour mieux faire comprendre cette méthode, je cite quelques déterminations. Tous les chiffres sont rapportés à des substances exemptes de cendres et desséchées à 110° C.

1. Albumine β :

a. 0,8291 gr. de subst. ont fixé 0,01242 gr. NH5O = 0,77 % NH_4
b. 0,4869 » » 0,00595 » NH5O = 0,63 % NH_4

2. Substances protalbiques (voir plus haut) obtenues avec de l'albumine β :

[1] Loc. cit.

a. Protalbine 0,4300 grammes de substance fixent 0,00875 NH5O = 1,04 % NH_4.

b. Protalbinine 0,8464 grammes de substance fixent 0,01995 NH5O = 1,20 % NH_4.

c. Protalborangine 0,2376 grammes de substance fixent 0,00647 NH5O = 1,38 % NH_4.

d. Protalbroséiue 0,4703 grammes de substance fixent 0,01452 NH5O = 1,58 % NH_4.

3. Peptone pancréatique de l'albumine β :

0,4154 gr. de substance fixent 0,01820 NH5O = 2,25 o/o NH_4

Mais il y a aussi des substances albuminoïdes qui ne se combinent ni avec les acides et ni avec les bases, comme par exemple l'albumine qu'on peut précipiter de l'albumine d'œuf au moyen de l'eau, les parties de tissu du blanc d'œuf et très probablement toutes les substances albuminoïdes formant le tissu proprement dit du corps animal. Avec les deux tropéolines décrites on peut encore démontrer d'une manière évidente quelques faits, par exemple :

1. Que le blanc d'œuf renferme une grande quantité de son alcali, si ce n'est tout son alcali, à l'état libre ou à l'état de carbonate, car sa solution colore en rouge carmin la tropéoline OOO n° 1.

2. Que le sérum sanguin donne la même réaction, mais à un degré beaucoup plus faible comme les bicarbonates alcalins.

3. Que le changement de couleur est douteux pour la bile.

4. Que les mucosités stomacales rougissant fortement le tournesol n'ont pas d'action sur la tropéoline OO, etc.

Je crois avoir suffisamment démontré que ces deux substances colorantes peuvent être d'une grande utilité

pour bien des expériences de chimie physiologique. Il serait très précieux de trouver une substance colorante qui ne soit pas altérée par les carbonates alcalins, mais qui subisse un changement intense de couleur au contact avec les alcalis libres. Puisque ces deux couleurs permettent de déceler d'une manière aussi nette une propriété chimique aussi importante des substances albuminoïdes comme leur acidité ou leur basicité, cette méthode doit contribuer beaucoup à la classification des substances albuminoïdes basée sur des principes chimiques.

Il est évident que la méthode décrite peut s'appliquer non seulement aux substances albuminoïdes, mais aussi à d'autres substances organiques et inorganiques, qui peuvent se combiner avec les bases ou les acides étendus, et cela principalement lorsqu'on ne dispose que d'une très petite quantité de substance. Avant de terminer cette communication, je dois remercier M. le professeur Græbe pour l'amabilité avec laquelle il a mis à ma disposition les différentes matières colorantes.

COMPTE RENDU

DES

SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE GENÈVE

Séance du 10 avril 1880.

MM. *Crafts* et *F. Meyer* communiquent à la Société leurs recherches sur la densité de l'iode à différentes températures[1].

Séance du 8 mai 1880.

M. *J. Unzeitig* fait une communication sur l'α et β oxyde de dinaphtylène et de quelques-uns de leurs dérivés.

En chauffant l'éther phénylique de l'acide phosphorique, M. Lesimple a obtenu un corps que M. Hofmann a démontré être un dérivé du diphényle, et auquel il a donné le nom d'oxyde de diphénylène. M. Græbe, en étudiant l'éther phénylique, a trouvé qu'on obtient le même corps par la distillation du phénol avec de l'oxyde de plomb. On peut expliquer cette dernière réaction en admettant d'abord la formation de phénate de plomb, qui subit ensuite la décomposition suivante par la chaleur :

[1] Voir *Archives*, 1880, tome IV, p. 132.

FORMULE	α		β	
	Point de fusion.	PROPRIÉTÉS	Point de fusion.	PROPRIÉTÉS
$\left.\begin{array}{l}C_{10}H_6\\ \vert\\ C_{10}H_6\end{array}\right\}O$	180°	Couleur brun jaunâtre, cristallise en aiguilles groupées. Chauffé avec H^2SO^4 coloration gris cendres, en ajoutant 1 goutte HNO^3, on obtient une coloration brune, qui passe au jaune citron par l'addition de beaucoup d'eau.	155-156°	Prismes clinorhombiques d'un beau jaune de soufre. H^2SO^4 conc. et froid donne une coloration rose-rouge, qui devient rouge-violet, plus tard bleu-indigo, en chauffant avec 1 goutte de HNO^3. Cette solution versée dans l'eau colore cette dernière en rouge-orangé, et montre une magnifique fluorescence bleue.
$C_{20}H_{10}Cl_2O$	150-151°	Forme des aiguilles microscopiques irrégulières. H^2SO^4 conc. est sans action à froid, mais par la chaleur on obtient une coloration brun foncé, l'addition de 1 goutte de HNO^3 fait passer la coloration au jaune foncé, qui plus tard devient plus claire.	245°	Aiguilles jaunes grisâtres à éclat soyeux. H^2SO^4 froid donne une coloration rouge-brun qui passe au violet en chauffant et par l'addition de 1 goutte de HNO^3 on obtient un liquide vert.
$C_{20}H_{10}Br_2O$	284°	Masse légère, jaune clair et amorphe. Presque insoluble dans H^2SO^4 froid, mais en chauffant après avoir ajouté du HNO^3, le liquide devient brun.	247°	Cristallise en aiguilles jaunes brillantes. Insoluble dans H^2SO^4 froid, en ajoutant 1 goutte de HNO^3 on obtient une coloration verdâtre qui disparaît par la chaleur.
$\left.\begin{array}{l}C_{10}H_6\\ \vert\\ C_{10}H_6\end{array}\right\}O+2\left(C_6H_2(No_2)_3OH\right)$	167°	Cristaux couleur grenat, se dissout difficilement dans H^2SO^4 conc. avec coloration rouge foncé, cristaux plus stables que la combinaison β.	135°	Cristaux vermillon, se décomposant facilement à l'air, très soluble dans H^2SO^4 avec coloration rose-rouge, qui passe au rouge foncé au bout de quelque temps.
$\left.\begin{array}{l}C_{10}H_4(SO_3)_2Ba\\ \vert\\ C_{10}H_4(SO_3)_2Ba\end{array}\right\}O$	—	Substance blanche.	—	Forme des écailles brun jaunâtre. La solution aqueuse donne une fluorescence plus intense que la combinaison α.
$C_{20}H_{10}(NO_2)_2O$	270°	Cristaux jaune clair, solubles dans H^2SO^4, en donnant une solution brun-rouge, dans laquelle on obtient un précipité grenu en diluant avec H^2O.	221°	Cristaux oranges; se dissout avec coloration d'un vert foncé. En diluant avec H^2O il se forme un précipité volumineux d'un jaune pâle.

$$(C_6H_5O)_2Pb = \left.\begin{matrix} C_6H_4 \\ | \\ C_6H_4 \end{matrix}\right\} O + H_2O + Pb.$$

Les deux noyaux aromatiques combinés indirectement s'unissent directement en perdant chacun un atome d'hydrogène.

Cette réaction a été généralisée par MM. *Græbe* et *Knecht,* en faisant agir l'oxyde de plomb sur du phénol et du α et β naphtol. Plus tard M. Unzeitig a entrepris au laboratoire de chimie de l'Université, l'étude de l'action de l'oxyde de plomb sur les deux naphtalines hydroxylées α et β.

Le tableau ci-dessus donne un aperçu général des propriétés des deux oxydes et de leurs dérivés.

M. Græbe fait ensuite ressortir l'analogie de ces oxydes avec les éthers aromatiques, dont on connaît surtout deux, savoir l'éther phénylique $\left.\begin{matrix} C_6H_5 \\ C_6H_5 \end{matrix}\right\} O$, corps extrêmement stable, auquel on ne peut pas enlever l'oxygène, tandis qu'on peut le faire avec le phénol. La seconde combinaison est l'oxyde de diphénylène $\left.\begin{matrix} C_6H_4 \\ | \\ C_6H_4 \end{matrix}\right\} O$, auquel on ne peut pas non plus enlever l'oxygène.

MM. Unzeitig et Knecht ont trouvé le même fait pour l'oxyde de dinaphtylène $\left.\begin{matrix} C_{10}H_6 \\ | \\ C_{10}H_6 \end{matrix}\right\} O$. Le pentachlorure de phosphore ne peut pas enlever l'oxygène, mais il y a substitution; en le soumettant à la distillation avec de la poussière de zinc, on n'obtient pas de diphénylène. Ces

corps ont en outre de l'analogie avec le carbazol $\left.\begin{array}{l} C_6H_4 \\ | \\ C_6H_4 \end{array}\right\} NH$ dans lequel on n'a pas réussi à remplacer l'azote par un autre élément.

Les oxydes à deux noyaux aromatiques sont extrêmement stables, et le sont beaucoup plus que les éthers de la série grasse.

L'oxyde de dinaphtylène peut se combiner avec l'acide picrique, 1 mol. d'oxyde se combine avec 2 mol. d'acide. Grabowski a trouvé en étudiant le dinaphtylméthane $\left.\begin{array}{l} C_{10}H_7 \\ C_{10}H_7 \end{array}\right\} CH_2$ que chaque groupe de naphtaline se combine avec 1 mol. d'acide picrique.

M. *Kaspar* entretient la Société de ses expériences sur un café (Martinique), qui avait fourni par macération un liquide vert. Le liquide lui a été remis pour être analysé, car ayant occasionné des maux d'entrailles, on avait cru à un empoisonnement. Comme l'analyse n'a pas démontré la présence de substances toxiques, le café même laissant 4,9 °/₀ de cendres a été examiné ensuite. Le liquide vert additionné d'acide chlorhydrique passe au rouge et redevient vert en alcalinisant avec de l'ammoniaque. Le principe colorant vert est dû à la présence de l'acide viridique. Pour mieux étudier la coloration en question, M. Kaspar a fait quelques expériences avec des graines de café dans des conditions variées.

1° La macération du café pendant quatre jours dans de l'eau froide, a donné un liquide légèrement coloré en brun, et une germination des graines.

2° Les graines mises en contact avec de l'eau bouillante n'ont donné ni coloration ni germination.

3° Les graines mises en contact avec de l'eau froide

en présence de carbonate de potassium, ont donné lieu à une coloration verte et à une germination.

4° Les graines de café avec une solution chaude de carbonate de potassium donnent également lieu à une coloration verte et à la germination des graines.

Ces expériences prouvent donc que la coloration verte provient de la germination en présence du carbonate de potassium.

M. *Græbe* fait une communication sur l'anhydride diphénique qu'il a étudié avec M. *Mensching*.

L'acide diphénique $\begin{array}{l} C_6H_4.CO.OH \\ | \\ C_6H_4\ CO.OH \end{array}$ se transforme par oxydation avec $K\,Mn\,O_4$ en quinone. L'acide montre beaucoup d'analogie avec l'acide phtalique.

En voulant transformer l'acide diphénique en chlorure $\begin{array}{l} C_6H_4.CO\,Cl \\ | \\ C_6H_4\ CO\,Cl \end{array}$ par l'action de 2 mol. de $P\,Cl^5$, M. *Lüscher* a trouvé qu'on n'obtient pas le chlorure, mais bien l'anhydride $\left.\begin{array}{l} C_6H_4CO \\ | \\ C_6H_4CO \end{array}\right\} O$, que M. Anschütz a obtenu par l'action du chlorure d'acétyle sur l'acide diphénique.

Lorsque l'anhydride diphénique est chauffé à une haute température, il est décomposé et se transforme en diphénylène kétone $\left.\begin{array}{l} C_6H_4 \\ | \\ C_6H_4 \end{array}\right\} CO$. L'anhydride diphénique s'obtient encore en chauffant modérément l'acide diphénique avec de l'acide sulfurique concentré. Cet anhydride diphénique donne avec le $P\,Cl^5$ le chlorure correspondant.

La transformation facile de l'anhydride diphénique en

diphénylènekétone $\left.\begin{array}{l} C_6H_4 \\ | \\ C_6H_4 \end{array}\right\} CO$ parle en faveur de la manière de voir de M. Fittig, qui considère ce dernier corps comme une combinaisons diortho, renfermant un noyau formé par 6 atomes de carbone, et qui, s'il était une orthometa combinaison, devrait renfermer un noyau formé par 7 atomes de carbone.

Séance du 12 juin 1880.

M. *Fr. Meyer* communique à la Société l'original de la critique de M. Victor Meyer, sur les recherches de MM. Crafts et Meyer « densité de l'iode à différentes températures. »

Séance du 7 novembre 1880.

M. *D. Monnier* fait une communication sur l'action physiologique du chlorhydrate de brucine, qui est analogue à celle du curare. Il est à remarquer que ce sel n'agit que sur les grenouilles vertes et non sur les grises.

M. Monnier fait l'expérience comparative avec une grenouille verte et une grise, en employant une solution correspondant à $0^{gr},001$ de brucine par cc.

M. *Græbe* montre à la Société un échantillon d'indigo artificiel, et il en prépare séance tenante.

M. *Walter* montre à la Société un appareil servant à puiser de l'eau à différentes profondeurs du lac.

Séance du 5 décembre 1880.

M. *Fr. Meyer* fait une communication sur les densités

de l'iode à différentes températures, en les représentant graphiquement[1].

M. *Græbe* parle d'un hydrocarbure que M. Burg a retiré du goudron des bitumes. Cet hydrocarbure, le picène dont la formule est $C_{22}H_{14}$, distille à une très haute température, savoir à 518°, il a également été trouvé par M. Græbe dans les résidus du pétrole américain. Ce corps, qui cristallise et sublime bien, donne avec le brome un produit de substitution de la formule $C_{22}H_{12}Br_2$, et fournit par oxydation une quinone.

M. *Monnier* montre à la Société un appareil électrique pour doser automatiquement la quantité de gaz (méthane) contenue dans l'air des mines.

[1] Voir *Archives*, IV, 1880, p. 132.

J. WALTER.

NOTES[1]

SUR LA

GÉOGRAPHIE BOTANIQUE DU TESSIN MÉRIDIONAL

PAR

M. Silvio CALLONI

I. Milieu ambiant.

1. Le Tessin méridional *(Cisceneri)*, l'*Helvetia insubrica*, de Gaudin, *das insubrische Seegebiet* de Christ, est le pays qui délimite la Suisse pré-alpine et va du Monte-Ceneri à Chiasso, de Gandria à Ponte-Tresa; com-

[1] Ouvrages particulièrement consultés : Alph. de Candolle, *Géographie botanique raisonnée : Sur les causes de la distribution des plantes rares dans la chaîne des Alpes;* Cesati, *Saggio sulla Geografia bot. e la flora della Lombardia;* Christ, *Pflanzenleben der Schweiz;* Gaudin, *Flora Helvetica;* de Saporta, *Le Monde végétal avant l'apparition de l'homme;* Sordelli, *Descriz. di alcuni avanzi veget. delle argille plioceniche lombarde : Observ. sur quelques plantes fossiles du Tessin méridional : Le filliti d. folla d'Induno e di Pontegana;* Heer, *Urwelt der Schweiz;* Lyell, *Principles of Geology;* A. Stoppani, *Corso di Geologia : Geologia d'Italia;* Desor, *Le paysage morainique.*

prenant à peu près complètement les régions du bassin hydrographique du *Ceresio* ou lac de Lugano. La ville même de Lugano occupe à peu près, le centre de la région.

Les reliefs s'alignent sur trois séries parallèles et dirigées de *N.* à *S.* Au nord, sont des montagnes assez hautes, comme le Camoghé qui s'élève à 2227 mètres au-dessus du niveau de la mer; le Tamar et le groupe de Saint-Lucio. Le lac Ceresio (271 mètres au-dessus du niveau de la mer) est entouré de montagnes, en général, calcaires et encore assez élevées, jusqu'à 1739 mètres au-dessus du niveau de la mer, comme le Generoso. Ce sont ces montagnes qui dessinent les rivages si gracieux et pittoresques du lac. Au sud, depuis Mendrisio, le pays s'ouvre en une plaine riante et fertile, protégée de tout côté, par des collines et des montagnes peu élevées. Les environs de Chiasso sont la partie la moins élevée du pays (235 mètres au-dessus du niveau de la mer). La région prend alors, tout à fait, le caractère des pré-alpes italiennes.

Les deux vallées plus importantes, *Val d'Agno* et *Val Lugano*, sillonnent le pays de *NE.* à *SE.* et aboutissent aux deux branches principales du Ceresio, dans lequel se deversent les rivières, *Vedeggio* e *Cassarate*, qui les parcourent. On le voit : dans ses traits physiographiques, le Tessin méridional est un véritable pays de transition graduelle, entre les cimes élevées des Alpes lépontines et la chaîne des collines morainiques, au pied méridional des Alpes.

Le paysage, considéré d'une manière générale, est très accidenté, un pays de contrastes : partout des vallons, des montagnes, des collines (*poggi, clivi*), des prai-

ries, des rivières, des ruisseaux et encore deux petits lacs, de Muzzano et d'Origlio et des tourbières. En un mot, on pourrait dire, un beau jardin, aimé des artistes, un ensemble gracieux, varié, mais harmonique de :

Acque stagnanti, mobili cristalli,
. . . .
Apriche collinette, ombrose valli [1].

2. Ce degré prononcé de variation orographique va de pair avec une grande variété dans les formations géologiques. Presque toute la série des terrains y est représentée : on y trouve des schistes et des micaschistes de l'époque azoïque; du grès avec fossiles, du C carbonifère; des porphyres et des mélaphyres du Permien ; du grès bigarré (*Bunter sandstein*), du Trias inférieur; de la dolomie du Trias supérieur; des calcaires jurassiques (Lias inférieur et supérieur), à couches rompues et inclinées dans toutes les directions; des grès, des marnes et des calcaires crétacés; des conglomérats et des argiles pliocéniques et des restes d'anciennes moraines. Au nord de Lugano prédominent les terrains primitifs, les roches cristallines, dans les derniers contreforts du groupe du Saint-Gothard; au sud les calcaires et les anciennes moraines. D'une manière générale, on peut dire que le lac de Lugano est limité, au *SO.*, au *NO.* et au *NE.*, par une ceinture de schistes et de micaschistes et au *SE.*, par une ceinture de calcaires d'âges différents.

3. Les conditions météorologiques du pays, relevées par les observations faites à Lugano, sous la précieuse et très active direction du prof. G. Ferri, et au Mont

[1] Eaux paisibles, miroirs mobiles....., collines bien exposées au soleil, vallées ombreuses. Tasso, *Gerusalemme liber.* c. XVI.

Generoso (Hôtel Pasta), sont les suivantes : température moyenne assez douce, pression atmosphérique assez forte et peu variable, humidité relative de l'atmosphère assez prononcée, à peu près comme en Lombardie ; des vents *SO.* et *NE.* alternativement prédominants, une quantité annuelle assez forte, de pluie. Ajoutons le retour périodique de pluies abondantes au printemps et en automne, compensées par les journées splendides d'hiver et d'été ; les brises de lac et de terre (*breve*) ; les brises des hauteurs (*montivi* et *frescurè*) et des plaines; qui compliquent singulièrement le système général des courants aériens.

Voici les moyennes annuelles, d'après quatorze années d'observations faites à la station météorologique de Lugano :

Température.	C.	11,95
Variation diurne de température		10,04
Pression atmosphérique		737,39
Humidité relative en 1000mes de saturation.		748,—
État moyen du ciel en 100mes d'horizon couvert		0,47
Pluie ou neige liquéfiée en mm. de hauteur.		1609,05
Direction dominante des vents		N. NE. SE. SO.

II. Physionomie générale de la flore.

4. La flore, parallèlement à ce sol accidenté et à ces conditions météorologiques spéciales, présente un manque d'unité, des contrastes des plus saillants. Ce caractère

de la végétation apparaît déjà dans les cultures, dont la physionomie est la même que dans les pré-alpes italiennes et a pour facteurs : 1° la culture en grand des mûriers; 2° les vignes rangées en treillages plus ou moins hauts ; 3° les cultures de maïs et tabacs ; 4° l'association de cultures différentes dans les mêmes champs, et ceux-ci pour la plus part disposés en terrasses et séparés entre eux par de larges bandes de gazon vert. Je note que les cultures de blé, de pommes de terre et de sarrasin, se font jusqu'à une altitude de 900 à 1000 mètres au-dessus du niveau de la mer.

5. En laissant les cultures de côté, un botaniste qui visiterait ces *pulchræ plagæ*, comme disait Gaudin, dans plusieurs directions et à des époques différentes de l'année, pourrait de prime abord, se faire une idée des contrastes qu'on remarque dans la flore. Les formes végétales,

> ..... L'erbette, i fiori e gli arboscelli
> Che questa terra sol da se' produce [1].

sont, en effet, extrêmement variées, soit parce qu'elles changent suivant les localités; d'une montagne à l'autre, d'un rivage du lac à l'autre; soit aussi par la richesse de formes rares et différentes dans chaque localité. Chaque montagne, chaque rivage, même chaque partie de montagne ou rivage a des espèces remarquables, des bonnes plantes, comme on dit, caractéristiques. Il est bon à noter que la faune entomologique, toujours intéressante à cause de ses rapports avec la flore, a le même cachet de distribution.

[1] Les petites herbes, les fleurs et les arbustes que cette terre produit spontanément. Dante, *Divina Commedia*, Purgat. C. XXVII.

6. On pourrait, en vue de certaines formes qui, par leur prédominance, donnent son cachet à la flore, distinguer les régions suivantes :

1° Région de l'Olivier. Oasis sur les bords du lac : sol à composition minéralogique différente : talus d'érosion ; absence de terrain morainique : exposition *S.*, *SE.*; premières localités sur lesquelles les neiges disparaissent au printemps. Culture principale : vigne.

2° R. des collines ou du Castanea vulgaris : du bord du lac à 800 mètres au-dessus du niveau de la mer : roches cristallines, moraines : expositions variées; cultutures de maïs, froment, etc. ;

3° R. alpestre ou du Fagus sylvatica ; de 800 à 1500 mètres au-dessus de la mer : roches cristallines et calcaires : expositions variées, pâturages : cultures rares de froment et sarrasin ;

4° R. subalpine ou du Ranunculus Thora : 1500 à 2200 mètres au-dessus de la mer ; schistes, micaschistes et calcaires ; cimes exposées au *S.*, *SE.*, *SO.* : pâturages alpins.

7. Il est intéressant de remarquer que, dans le Tessin méridional, des sols de nature minéralogique et géologique différente, et voisins les uns des autres, présentent une diversité frappante, une physionomie spéciale de végétation. Cette diversité est encore plus remarquable dans certaines localités qui, tout en possédant des sols minéralogiquement et géologiquement différents, jouissent des mêmes conditions de température et d'altitude, comme le rivage de Gandria, le pied du Salvatore à San Martino et le rivage de Melide-Morcote. Au premier abord, on attribuerait ce fait à l'influence minéralogique du sol; il n'en est rien, car la végétation de Gandria est bien différente

de celle du pied du Salvatore, à S. Martino (roches calcaires); tout comme la végétation du rivage de Castagnola est différente de celle du rivage Melide-Morcote (roches cristallines). Les propriétés physiques du sol qui varient avec la nature de la roche jouent ici le rôle principal; il est évident, qu'une perméabilité plus ou moins grande des roches à l'eau, un degré plus ou moins élevé de conductibilité calorifique et électrique, doivent favoriser ou contrarier la vie de certaines catégories de plantes; le choix du sol favorisant la lutte à certaines espèces mieux douées, qui empiètent sur les autres.

8. La différence de végétation dans le Tessin méridional, sur des roches minéralogiquement et géologiquement[1] différentes, mais pourtant groupées dans un périmètre très restreint, est si remarquable, qu'en voulant subdiviser chaque région en districts[2], on voit intervenir les roches, les formations géologiques.

On pourrait, d'après certaines plantes dominantes ou spéciales, distinguer les districts suivants :

[1] Géologiquement aussi, car les degrés de cohésion des molécules dans les roches, augmentant en raison de l'âge de celles-ci; même des sols à composition minéralogique analogue présentent des propriétés physiques différentes.

[2] Si dans les districts, comme dans les régions, on observe des espèces caractéristiques dominantes, ou saillantes sur le fond de la végétation générale, on est bien loin de pouvoir donner des limites, car, soit par différentes modalités orographiques du sol et des expositions, soit par des causes antérieures; il y a toujours beaucoup d'espèces qui franchissent les frontières des régions ou districts voisins.

Région de l'olivier.

1° District de l'Ostrya carpinifolia : Gandria; calcaire jurassique, talus d'érosion et rochers.

Silene Italica Pers.; *Ruta graveolens* L.; *Campanula Bononiensis* L.; *Diospyros Lotus* L.; *Olea Europæa* L.; α *Oleaster* DC., et β *Sativa* DC.; *Micromeria Græca* Benth.; *Rosmarinus officinalis* L.; *Melissa officinalis* L.; *Thymus vulgaris* L.; *Physalis Alkekengi* L.; *Laurus nobilis* L.; *Daphne Laureola* L. β *latifolia* Coss.; *Celtis australis* L.; *Ficus carica* L.; *Arum Italicum* Mill.; *Limodorum abortivum* Sw.; *Agave Americana* L.; *Pteris Cretica* L.; *Adiantum Capillus-Veneris* L., etc.

2° District du Scabiosa graminifolia : San Martino, pied oriental du S. Salvatore; dolomite, talus d'érosion et rochers.

Helianthemum Apenninum DC.; *Silene Otites* Pers.; *Silene saxifraga* L.; *Dictamnus albus* L.; *Rhamnus saxatilis* L.; *Orobus gracilis* Gaud.; *Galium purpureum* L.; *Cirsium Pannonicum* Gaud.; *Leontodon tenuiflorum* DC.; *Lactuca perennis* L.; *Bupthalmum grandiflorum* L.; *Campanula spicata* L.; *Olea Europæa* L. α *Oleaster* DC.; *Vinca major* L.; *Orchis globosa* L.; *Lilium bulbiferum* L., *etc.*

3° District du Lychnis Viscaria : Pied oriental de l'Arbostora, Melide, Vico-Morcote et Morcote; porphyre et melaphyres, talus d'érosion et rochers.

Thalictrum exaltatum Gaud.; *Olea Europæa* L.; β *sativa* DC.; *Phytolacca decandra* L.; *Laurus nobilis* L.; *Castanea vulgaris* Lam.; β *sativa* Lam.; *Serapias pseudo-cordigera* Moricand; *Osmunda regalis* L., etc.

Région des collines.

4° District du Lycopodium complanatum : Lugano et collines du Malcantone, de Agra, Montagnola, Gentilino,

Sorengo, Breganzona, Massagno e Pieve Capriasca; schistes et micachistes.

Polygala comosa Schk.; *Vaccinium Myrtillus* L.; *Rhododendron ferrugineum* L., avec la var. β *albiflorum* DC.; *Aristolochia rotunda* L.; *Aristolochia Clematitis* L.; *Parietaria diffusa* M. et Koch; *Lycopodium complanatum* L.; *Chamæcyparissus* A. Braun; *Osmunda regalis*, etc.

5° District du Potentilla argentea : Campione, Bissone, Melano, Rovio, Carona, Brusino; porphyres et malaphyres.

Gnaphalium luteo-album L.; *Arctostaphylos Uva-ursi* Spr.; *Jasminum officinale* L.; *Laurus nobilis* L.

6° District de l'Anthemis Triumfetti : Mendrisio, Arzo, Stabio, Castello, Morbio, Sagno; calcaires.

Aconitum Anthora L.; *Helleborus viridis* L.; *Erysimum helveticum* L.; *Cistus salviæfolius* L.; *Geranium nodosum* L.; *Cicuta virosa* L.; *Galium Insubricum* Gaud; *Jasminum officinale* L.; *Iris germanica* L.; *Erythronium dens canis* L., etc.

7° District du Narcissus pœticus : pied *NE.* du Salvatore, pied *E.* des M. Bré et Boglia, Massagno, Paradiso, Calprino, Pazzallo, Carabbia, Noranco, Capolago; dépôts marins-glaciaires de Balerna-Pontegana, anciennes moraines et alluvions fluvio-glaciaires et récentes :

Anemone hepatica L.; *Ranunculus Lingua* L.; *Helleborus viridis* L.; *H. niger* L.; *Cerastium Manticum* L.; *Asperula odorata* L.; *Doronicum Pardalianches* L. β *rotundifolium* DC.; *Centaurea splendens* L.; *C. transalpina* Schl.; *Gentiana asclepiadia* L.; *Pulmonaria azurea* Bess.; *Symphytum bulbosum* Schimp.; *Datura Stramonium* L.; *Daphne Mezereum* L.; *Orchis* (espèces communes, très nombreuses en individus); *Serapias pseudocordigera* Moricand; *Vallisneria spiralis* L.; *Galanthus nivalis* L.; *Crocus vernus* Wulf.; *Ruscus aculeatus* L.; *Hemerocallis fulva* L.; *Abies excelsa* DC.; *Selaginella Helvetica* Link.; *Asplenium septentrionale* Sw.; *Gymnogramme Marantæ* Mett., etc.

8° DISTRICT DES TOURBIÈRES : Sessa (*Drosera rotundifolia* L,), Muzzano (*Trapa natans* L.), Alpe di Lago (*Menianthes trifoliata* L.).

RÉGION ALPESTRE.

9° DISTRICT DU RHODODENDRON FERRUGINEUM : Monts d'Iseo et d'Aranno, M. Ceneri, Caval Drossa, schistes et micachistes; sommet de l'Arbostora, porphyre.

Potentilla argentea L.; *Gnaphalium dioicum* L.; *Senecio abrotanifolius* L.; *Pinguicula grandiflora* L.

10° DISTRICT DU CYCLAMEN EUROPÆUM : M. Bré, calcaire et Denti de la Vecchia, dolomite (*Gentiana asclepiadea* L., *Cephalanthera rubra* Rich.); M. Caprino : calcaire, *Lunaria rediviva* L., α alpina DC., *Lilium Martagon* L.; M. S. Salvatore : dolomite.

Clematis recta L.; *Helleborus niger* L.; *Corydalis lutea* DC.; *Arabis alpina* L.; *Helianthemum Apenninum* DC.; *Polygala Chamæbuxus* L.; *Dianthus Seguieri* Vill.; *Dictamnus albus* L.; *Cytisus hirsutus* L.; *Cytisus Laburnum* L.; *Epilobium spicatum* Lam.; *Galium purpureum* L.; *Asperula longiflora* W. et K.; *Cirsium Pannonicum* Gaud.; *Erica carnea* L.; *E. vulgaris* L.; *Pinguicula alpina* L.; *Fraxinus Ornus* L.; *Gentiana acaulis* L. γ *alpina* Griseb.; *G. ciliata* L.; *Thymus Pannonicus* All.; *Daphne Cneorum* L.; *Carpinus Betulus* L.; *Cephalantera rubra* Rich.; *Gladiolus segetum* Gawl; *Lilium croceum* Chaix.

M. S. Giorgio et Puntone d'Arzo; dolomie et calcaire jurassique :

Trollius Europæus L.; *Dorycnium herbaceum* Vill.; *Adenophora liliifolia* Ledeb.; *Daphne Alpina* L.; *Iris graminea* L.; *Asparagus tenuifolius* L.

M. Generoso : calcaires jurassiques.

Corydalis ochroleuca Koch.; *Dianthus Monspestulanus* L.; *Silene*

Insubrica Gaud.; *Silene quadrifida* L.; *Cytisus glabrescens*, *Carduus transalpinus* Snt.; *Atropa Belladonna* L.; *Polygonum Bistorta* L.; *Quercus Cerris* L.; *Heteropogon Alliioni* R. Sch., etc.

RÉGION SUBALPINE.

11° DISTRICT DU PRIMULA AURICULA : Monte Emma et M. Garzirola, S. Lucio, M. Tamar, M. d'Arosio : schistes et micachistes (*Plantago alpina L.*); Mont Camoghé, schistes et micachistes; *Aretia Charpentieri* Heer; *Alnus viridis* DC.; β *parvifolia* Saut.

12° DISTRICT DU CAMPANULA BARBATA : Sommet du M. Boglia : calcaire jurassique : *Astrantia minor* L. Sommets du M. Generoso, calcaire jurassique. *Giardino della Regina*; *Paeonia peregrina* Mill.; *Dianthus Monspessulanus* L.; *Lychnis flos-Jovis; Oxytropis montana* DC.; *Achillea Clavennœ* L.; *Saussurea discolor* DC.; *Primula integrifolia* L.; *Gentiana purpurea* L.; *Pedicularis gyroflexa* Vill.; *P. comosa* L.;. *Asphodelus albus* Mill.

9. Ces différences qu'on observe dans la flore des divers districts, semblent à première vue, s'expliquer en partie, par les variations des causes locales (vents, exposition), en partie et plus spécialement, comme on vient de le voir, par les différentes conditions minéralogiques et mieux, physiques du sol. Malheureusement, la plupart des espèces citées, sont signalées dans d'autres pays, sur des terrains de nature différente. Il est bon à noter que les dépôts morainiques font défaut, où les différences sont les plus marquées.

Évidemment, il doit y avoir là une autre cause récente ou ancienne; d'ailleurs cela ressort aussi d'un autre ordre de faits : la distribution générale des plantes rares.

10. Le Tessin méridional figure parmi les localités

subalpines qui se distinguent par leur abondance en plantes rares et locales. A. de Candolle d'après Rhyner, compte 48 espèces rares, pour cette localité. Lavizzari cite 65 espèces non encore trouvées, dans le reste de la Suisse. Il faut ajouter bon nombre d'espèces rares, relativement à la flore locale.

Les différents districts varient beaucoup, au point de vue de la proportion en plantes rares. On peut distinguer des traits généraux. Les reliefs de la chaîne occidentale sont très pauvres, tandis que les reliefs de la chaîne orientale sont très riches, à parité de nature minéralogique du sol et d'exposition.

L'abondance en plantes rares est en raison directe, soit de l'exposition à *S., S-O., S-E.* des pentes et des sommets des montagnes de cette chaîne; soit de la précocité avec laquelle la neige les quitte au printemps, soit de leur position plus avancée vers le sud.

11. Mais il existe d'autres idiosyncrasies de la flore, qu'on ne pourrait certainement pas expliquer par les simples causes locales. Les voici:

1° Des plantes communes dans certaines localités, manquent dans d'autres, où elles trouveraient cependant les meilleures conditions de vie.

2° Sur des localités, jadis couvertes de hêtres colossaux et de *Carpinus Betulus* de taille considérable et ensuite déboisées, ces mêmes plantes ont un développement excessivement lent.

3° Des pieds isolés et tout à fait rares, à une distance considérable des centres de végétation, de *Abies excelsa* et *pectinata,* de *Taxus baccata,* de *Pinus Sylvestris* et de *Larix Europaea.*

4° Le *Vallisneria spiralis* dont les graines mûrissent

au fond de l'eau, cantonné sur deux points du bord du lac; à une distance remarquable des centres de végétation en Lombardie. De même pour le *Trapa natans* et le *Nymphaea alba.*

5° Présence d'espèces que ni la distance des centres de végétation, ni les conditions de climat, de sol ou d'altitude, ne feraient supposer.

III. Relations avec les flores d'autres pays.

12. Dans une région, ou district quelconque, on remarque toujours une association de : 1° plantes franchement alpines, avec des formes des Alpes orientales; 2° des Apennins; 3° des plantes qui ne franchissent jamais le revers septentrional des Alpes et répètent en partie la flore de la zone méditerranéenne.

13. La flore du Tessin méridional partage sa physionomie arctico-méditerranéenne d'un côté avec la flore riveraine des lacs de la Haute-Italie et de l'autre avec celle des pré-alpes italiennes, et des collines morainiques qui barrent en amphithéâtre les grandes vallées au pied méridional des Alpes. On pourrait dire que la flore du Tessin méridional est une flore d'amphithéâtre morainique.

IV. Dans quelle mesure les causes actuelles expliquent la physionomie générale de la flore.

14. La principale de ces causes, les faits de naturalisation, jouent toujours un rôle important dans les flores des différents pays. Dans le Tessin méridional les natu-

ralisations ont dû commencer dès l'époque des terrasses, lorsque les moraines se couvraient de végétation et que l'homme y établissait ses cultures. L'homme est toujours le premier facteur de naturalisation. Il vivait alors dans les palafittes des environs du Lac Majeur, de Varese, de Monate, de Comabbio et probablement, devait se hasarder à chasser jusqu'aux environs de Lugano et Mendrisio où il s'est plus tard établi attiré par la beauté de la nature et du climat. Cependant les naturalisations ont dû être alors bien restreintes. Ce n'est qu'à l'époque du fer ou historique que l'homme a commencé ses migrations sur un rayon un peu étendu.

Successivement les Ario-Pélasgiens, les Étrusques, les Romains[1], établissent leur séjour dans le Tessin méridional. Les Étrusques cultivent le froment et la vigne : les Romains bâtissent des villas, des châteaux, créent des jardins, essayent aussi des cultures. En même temps, quelques plantes se naturalisent, telles que, peut-être *Rosmarinus officinalis, Salvia officinalis, Thymus vulgaris, Teucrium Marum, Olea europœa, Laurus nobilis*, etc., plantes qui, ayant trouvé de bonnes conditions de température et de sol, se sont établies et propagées à la manière des plantes aborigènes.

[1] L'ancien établissement de ces populations, dans le Tessin méridional, est témoigné : 1° par des noms de villages, ou des mots restés dans le patois du pays, lesquels évidemment tirent leur origine des langues parlées par ces mêmes peuples; 2° par des nombreuses pièces archéologiques, provenant surtout des Étrusques et des Romains. On a fait des trouvailles intéressantes, soit aux environs de Lugano, soit à Mendrisio d'inscriptions, médailles, monnaies, épées, tombeaux, urnes cinéraires. Les environs d'Aranno et de Stabio sont les plus remarquables pour ces trouvailles. Les campagnards du Luganais et du Mendrisien font toujours usage d'une sorte de petite lampe qui rappelle tout à fait la forme des lampes étrusques.

15. Depuis les Romains, les relations continuelles du pays, soit avec les cantons suisses, soit avec le duché de Milan, mais surtout les couvents, toujours en communication avec ceux de Lombardie, ont dû aussi amener leur contingent de naturalisations. Ces couvents, en première ligne ceux de l'ordre des *Umiliati* qui s'occupaient volontiers d'agriculture et d'horticulture, devaient jouer, tout spécialement, au point de vue des naturalisations, un rôle important; placés comme des véritables oasis, dans les endroits les mieux abrités des vents, et les mieux exposés au soleil, ils étaient toujours entourés d'un jardin et d'une petite campagne, où on essayait des cultures, tirant les graines des couvents de Lombardie.

16. Dans les époques successives, le mouvement commercial plus animé, de nouvelles cultures introduites, les jardins établis surtout dans les oasis de l'olivier; ont dû probablement amener de nouvelles naturalisations.

Les vents, les rivières, les animaux ont dû aussi contribuer, en transportant les graines, à favoriser les naturalisations.

Il en résulte que la distribution des plantes autocthones et aborigènes a dû être troublée dans une certaine mesure, par deux courants de naturalisation : l'une, la plus importante (homme, jardins, etc.), qui portaient les espèces du midi au nord; l'autre (vents, etc.) du nord au sud.

17. Malgré l'action de toutes ces causes, le chiffre des espèces réellement naturalisées paraît faible; elles ne comprennent que quelques plantes, toujours les mêmes, qu'on retrouve, sur une aire bien restreinte, soit autour des anciens établissements romains, soit autour des cou-

vents, soit sur les décombres et dans les cultures. Elles n'influent pas d'une manière marquée, sur la physionomie générale de la flore qui nous occupe. D'ailleurs, les causes locales et les faits de naturalisation sont insuffisants à expliquer la distribution de beaucoup de plantes dispersées en petites colonies et cantonnées sur les hauteurs, loin non seulement de l'habitation de l'homme, mais aussi des centres respectifs de végétation.

Les causes antérieures, les faits géologiques, pourront peut-être, mieux nous renseigner à ce sujet.

V. Flore fossile.

18. Les végétaux fossiles, véritable fil d'Arianne qui seul peut nous conduire dans les labyrinthes du passé; ne manquent pas dans le Tessin méridional. Le prof. Sordelli, de Milan, en a fait une étude des plus soignées et des mieux réussies.

En dehors de quelques végétaux des tourbières actuelles, on a trouvé des restes de végétaux, dans des argiles évidemment glaciaires, les argiles de Calprino mises à nu sur une tranchée du chemin de fer du Gothard. Ce sont des fragments de troncs d'*Acer campestris* L., des feuilles bien conservées de *Acer pseudoplatanus* L., *Buxus sempervirens* L., de *Salix, Carpinus Betulus* L., *Abies excelsa* DC., *Fagus sylvatica* L., et de nombreux fragments de bois, qui n'ont pas encore été étudiés [1].

[1] Le fragment le plus remarquable, au dire de l'entrepreneur des travaux, pouvait mesurer 5 mètres de longueur et 40 centimètres de diamètre. Malheureusement, les ouvriers l'avaient réduit en fragments; à la manière dont le tronc se fendait sous la pioche, ils

19. A propos de ces argiles glaciaires, il est bon de noter que, partout dans le Tessin méridional, les restes d'anciens glaciers surabondent. Les montagnes à *O.*, *N.*, *E.* de Lugano et même les cimes du M. Generoso, ont tout l'aspect d'anciennes vedrettres. Toute la pente *N-O.* du Salvatore en face de Lugano, sur laquelle s'échelonnent les gracieux villages de Fontana, Calprino, Morchino, Pazzallo, n'est pas autre chose, jusqu'à une hauteur de 600 mètres au-dessus du niveau du lac, qu'une ancienne moraine insinuée que le chemin de fer coupe par la tranchée de Calprino. Partout, aux environs de Lugano, de Mendrisio, de Chiasso, on trouve des rochers évidemment moutonnés, des blocs erratiques[1], des argiles

jugeaient qu'il devait appartenir à un châtaigner. La chose ne serait pas impossible. La tranchée qu'on achève actuellement près de l'embouchure sud du tunnel de Massagno, immédiatement au nord-est de la station de Lugano, a mis à nu des dépôts très probablement lacustro-glaciaires, qui reposent immédiatement sur le micaschiste. Les argiles dont ils sont composés, renferment, outre des cailloux polis et striés, de nombreux coquillages de *Lymnea*, *Planorbis* et *Pisidium*, et des fragments de bois. J'ai visité ces dépôts en compagnie de l'ingénieur prof. G. Ferri. Les ouvriers nous assuraient avoir trouvé, à une profondeur d'environ 5 mètres, dans les argiles, une châtaigne à moitié carbonisée.

[1] Les blocs erratiques sont disséminés en grand nombre, un peu partout dans les vallées et sur les flancs des montagnes, jusqu'à une hauteur de 1000 mètres au-dessus du niveau de la mer. Les plus remarquables à cause de leur dimension sont : le bloc des environs de Sessa, qui peut mesurer 200 mètres cubes, et le bloc dit *Sasso di Crespera*, au nord-ouest de la station de Lugano et à un quart d'heure de distance de celle-ci. Ce bloc est situé à une hauteur de 350 mètres au-dessus du niveau de la mer et s'enfonce de 2 mètres environ dans le dépôt morainique qui le supporte ; il peut aussi avoir un volume de 200 mètres cubes. Les habitants de la colline de Massagno, connaissent bien ce bloc et souhaitent volontiers à leurs amis, aussi bien qu'à eux-mêmes, cela va sans dire, de *campar vecchio come il sasso di Crespera* (vivre vieux comme le bloc de Crespera).

et des cailloux polis et striés qui représentent, soit des restes d'anciennes moraines rongées par les torrents, soit des dépôts lacustro-glaciaires et fluvio-glaciaires, souvent couverts de châtaigners [1].

20. La flore pliocénique est représentée par quelques trouvailles faites dans les argiles pliocéniques de Pontegana près de Chiasso, franchement marines, par la faune fossile qu'elles renferment. Elles indiquent un climat tempéré chaud. Ce sont des feuilles de *Cassia hyperborea* Ung., de *Sequoia Langsdorfi* Brongn. *Quercus Valdensis* Heer, *Castanea Kubinyi* Kôv., *Juglans acuminata* A. Braun, *Salix denticulata* Heer, *Populus mutabilis* Heer. Les argiles de Pontegana sont en rapport étroit avec les argiles pliocéniques de Folla d'Induno, Tornago, Nese, qui dessinent la région littorale de la mer pliocénique, au pied méridional des Alpes.

Dans les argiles de Folla d'Induno, près Varese, on a trouvé des restes de *Diospyros brachysepala* A. Braun, *Laurus princeps* Heer, *Cinnamomum polymorphum* Heer, *Oreodaphne Heerii* Ch.-T. Gaud., *Larix europœa* DC., etc. Toutes ces plantes vivaient soit dans les préalpes voisines, d'où elles ont été transportées par les courants, soit sur les bords de la mer pliocénique.

21. Dans les terrains cretacés, les végétaux ne sont représentés que par quelques phyllites presque indéterminables, des marnes de Balerna. Dans les terrains ju-

[1] Le châtaigner, dans le Tessin méridional, ne vient jamais sur les terrains calcaires, mais toujours sur les terrains à roches cristallines (micaschistes et porphyres) et sur les anciennes moraines, où il est sûr de trouver la silice qui lui est nécessaire. Les pieds que l'on essaie de cultiver là où le sous-sol est calcaire, végètent très mal et restent complètement rabougris.

rassiques, triasiques et permiens, jusqu'à présent, on n'a pas encore trouvé un seul végétal fossile. Par contre, la flore de la période carbonifère, est très bien représentée. Dans les grès carbonifères de Manno, on a trouvé des fragments nombreux de troncs de Calamariées (*Calamites cistii* Brongn., *C. gigas* Brongn.), et de Sigillariées (*Sigillaria deutschiana* Brongn., *S. undulata* Sternb). Les documents sur les flores anciennes sont rares au delà de la période pliocénique. Peu importe; pour tenter une explication des faits de géographie botanique que nous avons signalés, il nous suffit de remonter à cette époque qui doit être la véritable aurore de la flore actuelle.

VI. Esquisses sur l'évolution de la flore depuis le pliocène a l'époque actuelle.

22. A l'époque pliocénique, le Tessin méridional devait présenter un aspect bien plus luxuriant que de nos jours. De pair avec la chaîne des Alpes, les montagnes qui alimentent le bassin du lac de Lugano ont à peu près achevé leur soulèvement. Le climat se cantonne, pour ainsi dire, et commence ses traits actuels. Une flore terrestre et alpine, transition entre la flore myocène et l'actuelle, s'est spécialisée d'une manière graduée, parallèlement à l'évolution de ces montagnes et au cantonnement conséquent du climat; les formes actuelles commencent à apparaître, elles sont déjà, tout au moins génériquement, distribuées et cantonnées. La flore alpine pliocénique ressemble dans sa physionomie générale à la flore actuelle des montagnes côtières de la Méditerranée.

L'Adriatique, bien plus vaste que de nos jours, occupe la vallée du Pô et s'avance dans les cluses des pré-alpes,

de même que dans les cluses et les sinuosités du lac de Lugano, qui ne sont que des fiords marins, rappelant ceux de Scandinavie. Sur les rivages des fiords, croît une végétation d'un climat chaud tempéré, riche en formes subtropicales, comme à Pontegana, rappelant la végétation actuelle sur les côtes méditerranéennes les plus basses, les plus chaudes et les mieux exposées.

23. Mais les conditions de climat changent. Le décroissement de température, depuis l'équateur aux pôles, conséquence du développement des continents, s'accentue de plus en plus. La Méditerranée a des limites très étendues : c'est une mer interne qui couvre l'espace actuellement occupé par le désert de Sahara, l'Égypte, l'immense dépression Aralo-Caspienne, et les côtes méridionales d'Europe. Le système des courants aériens se déploie sur la région subalpine et alpine dans toute sa régularité ; les vents du *S.-O.* arrivent presque sans trêve, chargés de vapeurs, et se condensent sur la chaîne des Alpes, qui fonctionne comme réfrigérant. Les neiges en hiver, les pluies en été, dominent le régime météorologique.

24. Le climat, très humide, se refroidit, tout en restant peut-être plus doux qu'à l'époque actuelle. Les saisons intermédiaires s'effacent ; il ne reste plus que des étés bien courts et des hivers très longs. Les neiges entassées dans les cirques des Alpes, ont formé les glaciers : ceux-ci avancent toujours, lentement mais irrésistiblement quoiqu'avec des oscillations d'arrêt et de retraite, envahissent les vallées, les fiords, polissent, strient, moutonnent les rochers, et traînent sur leur dos les ruines des montagnes.

Des changements importants dans la faune et la flore s'en suivent, parallèlement aux nouvelles condi-

tions d'un climat plus froid. Les animaux émigrent vers les hauteurs et vers le sud ; par migrations passives, les plantes suivent les mêmes voies. Les sommets des montagnes surgissent comme des îlots, au milieu de la mer glacée ; ces îlots sont encore, sur les endroits plus abrités, couverts de fleurs et forment comme des *oasis* de verdure au milieu des neiges. La proximité des glaciers n'exclut pas la végétation, et parmi les plantes autocthones, il y en a aussi qui peuvent lutter, par des adaptations successives, contre le nouvel élément et continuer ainsi la flore pliocénique. D'autres, probablement en grande majorité, périssent.

En même temps, sur les moraines latérales, médiane ou frontale des glaciers, sont transportées les espèces de la région alpine : on en voit encore actuellement sur les blocs erratiques. Ces plantes se fixent sur les sommets des montagnes, et mieux aguerries contre le froid, luttent plus victorieusement et empiètent sur les premiers occupants du sol. Ceux-ci, dans la lutte inégale, se cantonnent dans les endroits plus favorables ; leur zone d'habitation se restreint de plus en plus. La flore a désormais une physionomie arctique dominante. Petit à petit et par transitions graduées, la flore glaciaire succède à la flore pliocénique.

25. Les glaciers avancent vers la mer Adriatique envahissent cette mer et, comme au pôle nord, les vagues pénètrent au-dessous du glacier et des banquises se détachent de celui-ci pour flotter dans l'eau. Probablement ces banquises sont, comme aujourd'hui au *Kotszebue Sound*, dans le détroit de Behring[1], couvertes

[1] Seeman, dans *Botany of the voyage of H. M. S. Herald*, cite à

d'argiles, sur lesquelles prospèrent des herbes et des arbustes. Sur les côtes non envahies par les glaciers, et, en été, dans les vallées abritées, croît la flore pliocénique, dont un échantillon nous est donné par la florule fossile de Pontegana ; tout comme aujourd'hui les palmiers au pied des glaciers de la Nouvelle-Zélande. Les feuillages charriés par les courants se déposent sur le fond de la mer, avec les oursins et les mollusques ; quelques cailloux striés tombent du front des glaciers et se mêlent aux dépôts en formation.

26. Le climat change de nouveau. Des masses colossales de vapeurs d'eau sont enlevées aux torrents aériens par le soulèvement des plaines Aralo-Caspiennes des régions côtières de la Méditerranée et du Sahara. Désormais la surface brûlante de celui-ci détourne les courants du *S.-O.* que remplacent ceux du *N.-E.* qui apportent le sec et le beau temps. Les glaciers, après avoir entassés leurs amphithéâtres au sud des vallées alpines, mal nourris par les neiges devenues plus rares et moins abondantes, se retirent, quittent les plaines, les vallées, successivement du midi au nord, de l'est à l'ouest, comme aujourd'hui les neiges au printemps.

Les détritus charriés par les torrents glaciaires ont bâti la plaine lombarde, qui se soulève et se couvre de végétation. C'est la phase de soulèvement qui achève l'orogra-

la page 15, avec illustration (pl. 1), le fait de l'existence, sur les bords ouest de la mer de Behring, à 68° de lat. bor., de collines de glace de 70 à 90 pieds de hauteur et couvertes de végétation. La masse glacée, d'environ 50 pieds de hauteur, supporte une couche d'argile et une couche de tourbe ; sur celle-ci croissent des herbes et des arbustes : « with a luxuriance only equalled in more favoured climes. »

phie alpine et met à nu les dépôts fluvio-glaciaires et glaciaires-pliocénique du bassin de Balerna.

Nouveaux changements dans la faune et la flore. Les animaux passent du midi au nord, de l'est à l'ouest et des hauteurs à la plaine. Quelques plantes les suivent par migrations passives. Des espèces qui étaient restées sur les bords de la mer pliocénique, sont de nouveau introduites. La flore, isolée sur les sommets, suit la retraite des glaciers et envahit les vallées, depuis le haut; tandis que celle du bord méridional de la mer pliocénique, le fait depuis le sud. Petit à petit, à la flore glaciaire succède la flore actuelle.

Les descendants de l'ancienne flore alpine pliocénique peuvent ainsi rentrer dans leurs foyers. Mais ils sont en bien petit nombre, ayant eu le dessous dans la lutte avec les formes arctiques, émigrées aussi successivement dans le midi, mais plus alertes, mieux douées contre les nouvelles conditions de climat. Ils arrivent cependant à se cantonner dans les endroits plus abrités des régions lacuales du Ceresio, sur les oasis de l'olivier.

27. La flore se compose désormais de trois catégories de plantes. 1° Autocthones : a. *véritables*, restées sur les sommets de la chaîne orientale, exposés à *S.*, *S.-E.*; b. *émigrées*, successivement dans le midi et du midi dans les régions lacuales de l'olivier ; 2° Descendant de la flore arctique qui, à l'époque glaciaire, a remplacé la flore du pliocène. Les autocthones ne représentent que des petites colonies isolées, perdues dans la flore générale, sur les localités les mieux exposées. La physionomie arctico-méditerranéenne de la flore est déjà complètement définie.

28. Les cluses du lac de Lugano, barrées au sud par les moraines, à l'est et à l'ouest par des dépôts torren-

tiels, ont formé le lac de Lugano. Quelques Entomostracés pélagiques, approchant de formes marines actuelles, flottent toujours dans les eaux de ce lac, comme souvenir des anciens fiords. Sur la moraine de Calprino s'échelonnent des petits lacs, encadrés par des bois, ou prédominent le *Fagus sylvatica* et le *Buxus sempervirens.*

29. En même temps que le travail de terrassement des anciennes moraines et des alluvions fluvio-glaciaires s'accomplit et que les moraines, très fertiles, se couvrent de végétation, apparaît l'homme. Des naturalisations s'opèrent de temps en temps, mais n'arrivent pas à effacer ni la physionomie générale de la flore, ni les idiosyncrasies particulières de sa distribution. La flore actuelle, sous le rapport de ses formes, n'est que la synthèse des flores ancestrales : sa distribution la conséquence d'une distribution antérieure.

BULLETIN SCIENTIFIQUE

PHYSIQUE.

Prof. Dr A. Forster. Annales de l'Observatoire tellurique de Berne.

1. Résultats des essais faits pendant l'année 1879 pour l'introduction de pronostics télégraphiques du temps en Suisse.

Dans la crainte de discréditer les résultats récents de la météorologie en en faisant l'application sur un climat tel que celui de la Suisse, soumis à des actions complexes et peu connues, la commission météorologique réunie en 1878 à l'Observatoire de Berne avait décidé de ne pas publier de pronostics du temps. M. Forster s'est contenté d'établir ces pronostics pour son édification personnelle en tenant compte autant que possible des influences locales telle que l'action du foehn, et les résultats qu'il obtint lui parurent assez satisfaisants pour que, sur la demande de la Société économique du canton de Berne, il se décidât à en essayer la publication. Une commission convoquée par le département fédéral de l'intérieur, et composée de MM. Plantamour, Billwiller et Forster décida de partager la Suisse en trois districts, ayant pour centres Genève, Zurich et Berne, pour chacun desquels les pronostics seraient établis séparément, puis envoyés par le télégraphe aux abonnés. Pour le district de Berne il a été fait ainsi depuis le 1er mars au 31 décembre 1879 : 300 pronostics, dont M. Forster considère 211 comme s'étant trouvés justes, 79 partiellement justes et 10 faux.

2. Introduction d'observations seismographiques en Suisse.

La Société helvétique des sciences naturelles a nommé, en 1878, une commission chargée de l'étude des tremblements de terre. Aucune organisation générale n'existant pour cet

objet dans les divers pays de l'Europe, où les seules recherches qui aient été faites jusqu'ici sont dues à l'initiative d'observateurs isolés, la Commission a eu d'abord à établir un plan général d'observations.

Berne, Bâle et Genève ont été désignées comme stations principales. M. le prof. Heim s'est chargé de rédiger un exposé populaire de la question, destiné à éveiller l'intérêt public et à faciliter ainsi l'établissement d'un nombre aussi grand que possible de stations secondaires. Les observations sont recueillies par les différents membres de la Commission; chacun d'eux étant désigné pour un district :

M. *Amsler* pour Schaffhouse, Thurgovie, Sud de la Forêt-Noire. — M. *Billwiller* pour Lucerne, Zug, Schwytz, Unterwald, Tessin. — M. *Forel* pour Vaud, Valais, Neuchâtel. — M. *Forster* pour Berne et Fribourg. — M. *Hagenbach* pour Bâle, Soleure, Argovie. — M. *Heim* pour les Grisons, St-Gall, Appenzell, Glaris, Uri, Zurich. — M. *L. Soret* pour Genève et la Savoie.

Chacun d'eux a reçu, à cet effet, 200 exemplaires d'un questionnaire rédigé par M. Heim, et destiné à être rempli par les personnes qui auraient quelque observation à communiquer.

Le choix d'un seismomètre pour les stations secondaires n'est pas encore fixé. Plusieurs de ces instruments sont actuellement à l'étude.

3. Marche annuelle de l'humidité atmosphérique à Berne.

Les observations sont prises par un hygromètre enregistreur à cheveu de la fabrique de M. Hasler à Berne, et contrôlées par trois observations journalières. On calcule d'abord les moyennes pour chaque jour, puis les moyennes de cinq en cinq jours. Ces moyennes, pour les 14 années qu'ont déjà duré ces observations, sont assez bien représentées par une série de Bessel à 4 et même à 3 termes.

4. Observations météorologiques relatives aux tempêtes du 20 février, 25 juin et 5 décembre 1879.

5. Mesures de l'évaporation.

Ces mesures s'effectuent au moyen d'un évaporomètre à balance de Wild, et d'un évaporomètre de Piche; ces deux instruments sont observés matin et soir à 9 heures; le second

donne, en moyenne, une évaporation 2,22 fois plus forte que le premier.

6. Influence de la hauteur du pluviomètre sur la quantité de pluie recueillie :

Le rapport de l'eau recueillie par deux ombromètres placés dans le jardin de l'Observatoire, l'autre sur les toits à 18 mètres plus haut est en moyenne 1,1036 si l'on considère toutes les chutes de pluies et 1,0935 si l'on considère que les chutes supérieures à 5 millimètres.

7. Observations sur la visibilité des Alpes depuis l'Observatoire de Berne.

8. Tableau renfermant le résumé annuel des observations météorologiques de l'Observatoire tellurique de Berne en 1879.

9. Données pour chaque heure des instruments enregistreurs.

10. Observations dans les stations météorologiques installées par l'Administration des forêts du canton de Berne, par M. Fankhauser, directeur cantonal des forêts.

CHIMIE.

J. Spilman. Action des gaz sur les bacillaires de la rate. (*Zeitschr. Phys. Chem.*, 4, p. 350, Berne.)

Ces bacillaires ne sont pas tuées par l'oxygène ni par l'oxygène ozonifié ; au contraire, leur activité devient plus intense, lorsqu'on en fait passer un courant dans un liquide le tenant en suspension. L'acide carbonique est sans action. Une atmosphère d'acide carbonique pure les tue au bout de 24 heures d'exposition.

G. Lunge et Th. Steinkauler. Un carbure d'hydrogène du sequoia gigantea. (*Berichte*, 13 p., 1656, Zurich.)

Les auteurs ont obtenu par la distillation des aiguilles du *Sequoia gigantea*, deux produits, l'un solide, l'autre liquide. Le solide est un carbure de la formule $C_{13} H_{10}$ isomère du fluorène et qu'on obtient bien cristallisé.

F. KRAFFT. ALDÉHYDE DES ACIDES LAURIQUE, MYRISTIQUE, PALMITIQUE, STÉARIQUE. (*Berichte*, 3, p. 1413, Bâle.)

L'auteur obtient l'aldéhyde de l'acide laurique en distillant cet acide à l'état de sel de chaux ou de baryte avec du formiate de baryte dans la proportion de 2 à 3 et un peu de carbonate de chaux sous une pression de 15-25^{mm}. Cette aldéhyde forme une masse cristalline blanche fusible vers 44,5 et distillant à 142°-143° sous une pression de 22^{mm}. L'aldéhyde de l'acide myristique obtenu de la même manière fond vers 52,5 et bout sous la pression de 22^{mm} vers 168°. L'aldéhyde palmitique obtenu en collaboration avec M. A. Fèvre, cristallise de sa dissolution dans l'éther sous forme de feuilles nacrées fusibles vers 58°,5 et distillant de 192°-193° sous une pression de 22^{mm}. Enfin, l'aldéhyde stéarique obtenu en collaboration avec M. E. Falkner, et de la même manière que les précédentes forme des feuilles à reflet bleuâtre fusibles à 63°,5 distille de 212°-213° sous 22^{mm} de pression. Toutes ces aldéhydes sont très stables.

R. MEYER et A. BAUR. HYDROXYLATION PAR OXYDATION. (*Berichte*, 13, p. 1495, Coire.)

En oxydant par le permanganate de potasse le cymol sous forme d'acide sulfoconjugué, les auteurs ont obtenu l'acide oxypropylsulfobenzoïque

$$C_6H_3\begin{cases} SO_3H \\ CH_3 \\ C_3H_7 \end{cases} + O_4 = C_6H_3\begin{cases} SO_3H \\ COOH \\ C_3H_6OH \end{cases} + H_2O$$

c'est-à-dire que, non seulement le groupe méthyle a été oxydé, mais que le groupe propyle a été hydroxylé, tandis que jusqu'à présent on n'avait obtenu d'hydroxylation que lorsque l'hydrogène était tertiaire. Si l'oxydation a lieu au moyen d'acide nitrique, on obtient un acide sulfoparatoluique. L'acide cinnamique oxydé donne de l'acide benzoïque, et comme produit intermédiaire son aldéhyde.

C. GRÆBE. SUR QUELQUES RÉACTIONS DES NAPHTOLS. (*Berichte*, 13, p. 1849, Genève.)

L'auteur remarque que la transformation du naphtol en amine correspondante par l'action de l'ammoniaque ou de l'aniline ne peut pas s'effectuer avec le phénol. Il y a également une différence très marquée entre l'action des acides sur les dérivés hydroxylés de la benzine et sur ceux de la naphtaline.

J. STREIF. SUR LES NAPHTYLPHÉNYLAMINES α ET β. (*Berichte*, 13, p. 1851, Genève.)

Le composé α en prismes incolore fond à 42° (Girard et de Laire avaient trouvé 60°). L'acide picrique forme avec lui un composé très instable. Le composé β possède le point de fusion indiqué par MM. Merz et Weith. L'auteur a étudié un assez grand nombre de dérivés de ces deux amines.

PHYSIOLOGIE

REVUE MÉDICALE DE LA SUISSE ROMANDE, N° 1, GENÈVE, 15 JANVIER 1881. (Librairie, Georg. Prix de l'abonnement : 10 fr. pour la Suisse.)

Ce nouveau journal dont le premier numéro vient de paraître est redigé par MM. Jaques L. Reverdin, J.-L. Prevost, professeurs à l'École de Médecine de Genève, et M. le Dr C. Picot, médecin de l'infirmerie du Prieuré.

Dans leur avant-propos les rédacteurs exposent que le nouveau journal, qui paraîtra le 15 de chaque mois, composé d'au moins trois feuilles, in-8, fait suite au *Bulletin de la Société médicale de la Suisse romande*, qui se publiait depuis quatorze années à Lausanne, d'abord sous la direction de M. le Dr Rouge, puis sous celle de MM. les docteurs Dufour et de Cérenville, que remplaça plus tard M. le Dr L. Secrétan. Les anciens rédacteurs du bulletin promettent à la nouvelle publication leur appui et leur collaboration qui

est affirmée par la présence de leur nom sur la couverture du nouveau journal.

La rédaction du bulletin de la Société médicale de la Suisse romande, fut offerte à plusieurs reprise aux médecins genevois, qui l'avaient refusée jusqu'à ce jour. Mais aujourd'hui que l'École de Médecine semble être entrée dans une voie de prospérité assurée et a déjà créé un centre d'activité scientifique, la fondation d'un journal de médecine à Genève devenait nécessaire. C'est ce qui a engagé les rédacteurs de la Revue médicale, à demander à leurs confrères du canton de Vaud de leur céder la rédaction du Bulletin. Cette demande a été acceptée.

La Revue médicale suisse tout en continuant à être le représentant des intérêts des médecins de la Suisse romande et l'organe des sociétés médicales romandes, dont elle publiera les procès-verbeaux comme le faisait le bulletin, donnera un développement plus grand, soit aux mémoires originaux, soit aux revues critiques et à la bibliographie.

M. le professeur Schiff, s'engage à fournir régulièrement une analyse des travaux de son laboratoire, et M. le professeur Dunant promet de fournir chaque mois un *Bulletin statistique* donnant la mortalité de Genève et de Lausanne, et un tableau de la mortalité par maladies infectieuses pour les principales villes de la Suisse et de l'Europe.

Voici le sommaire du premier numéro :

MÉMOIRES.

Prof. HORNER, de Zürich. De la myopie congénitale.

J.-L. PREVOST. Contribution à l'étude des phénomènes nommés réflexes tendineux.

W. ZAHN. De la formation des thrombus.

VULLIET. A propos d'un cas de mort rapide après l'opération de l'uréthrotomie interne.

M. SCHIFF. Travaux du laboratoire de physiologie de Genève.

REVUE CRITIQUE.

J.-L. REVERDIN. Des opérations modernes de cure radicale des hernies.

COMPTE-RENDU de la séance du 1er décembre de la Société médicale de Genève.

BIBLIOGRAPHIE.

Prof. DUNANT. Statistique mortuaire de Genève et de Lausanne, et proportion des décès par maladies infectieuses dans les principales villes suisses.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

M. le prof. E. PLANTAMOUR

Pendant le mois de DÉCEMBRE 1880.

Le 1er, brouillard intense tout le jour.
2, id.
3, id.
5, brouillard le matin ; le soir, à 7 h. 28 m. 40 s., un superbe bolide a traversé le ciel dans la direction de l'Est à l'Ouest.
6, forte rosée le matin.
7, gelée blanche le matin ; le minimum est descendu à 0, mais pas au-dessous ; léger brouillard dans la matinée.
9, brouillard une partie du jour.
11, à 8 $^1/_2$ h. soir, halo lunaire.
13, de 5 h. à 8 h. soir, halo lunaire.
21, très forts coups de vent du SO. dans la nuit.
22, gelée blanche le matin ; le soir, à 8 $^1/_4$ h., deux éclairs à l'Ouest.
24, de 1 h. 40 à 2 h. 10 après midi, éclairs et tonnerres au SO ; pendant une demi-heure, forte averse, accompagnée de grésil.
26, à 10 h. matin, halo solaire.
29, forte rosée le matin.
30, un peu avant 6 h. du soir, éclairs et tonnerres au NE.
31, neige dans la soirée du 31 et au commencement de la nuit, hauteur 10^{mm}.

La température du mois de décembre 1880 fait un contraste frappant avec celle de l'année précédente :
En décembre 1879, température moyenne — 6°,08 ; écart avec la moyenne — 6°,88.
id. 1880, id. + 5°,66 ; id. id. + 4°,86.
Différence entre 1880 et 1879 11,74, soit une différence de 1° dans la température de l'année 1880, suivant que l'on compte l'année civile, dans laquelle

entre le mois de décembre 1880, ou l'année météorologique dans laquelle entre le mois de décembre 1879. Dans le mois de décembre 1879, il n'y a eu que les deux derniers jours pour lesquels le minimum diurne ait été au-dessus de 0, pour les 29 autres jours il a été négatif, et au-dessous de — 10° pour 13 jours, le minimum absolu étant de — 15°,0; enfin pour 26 jours le maximum ne s'est pas élevé au-dessus de 0. Dans le mois de décembre 1880, il y a eu 5 jours seulement où le minimum s'est abaissé au-dessous de 0, le minimum absolu étant de — 1°,5, et il n'y a pas eu un seul jour où le maximum soit resté au-dessous de 0. Du reste, le mois de décembre 1880 n'est pas le plus chaud qui se soit présenté à Genève dans le cours des 55 dernières années : en 1868, la température de ce mois a été de + 6°,98, soit de 1°,32 plus élevée qu'en 1880, et en 1833 elle a été de + 5°,81, soit de 0°,15 plus élevée qu'en 1880, qui n'occupe ainsi que le troisième rang.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
		Le 2 à 4 h. après midi......	732,79
Le 8 à 10 h. matin..........	741,93		
		17 à 6 h. matin..........	720,54
19 à 8 h. soir............	728,79		
		20 à 10 h. soir............	722,91
22 à 10 h. matin..........	732,29		
		25 à 2 h. après midi......	713,00
26 à 8 h. matin..........	722,64		
		26 à 6 h. soir............	720,69
27 à 10 h. soir............	726,53		
		29 à 6 h. soir............	720,76
31 à 10 h. soir............	730,75		

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale	Température C. Moyenne des 24 heures	Température C. Écart avec la temp. normale	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Tension de la vap. Moy. des 24 h.	Tension de la vap. Écart avec la tension normale.	Fract. de saturation en millièmes Moy. des 24 h.	Fract. de saturation Écart avec la fraction norm.	Fract. de saturation Minim.	Fract. de saturation Maxim.	Pluie ou neige Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige Nomb. d'h.	Vent dominant.	Nébulosité moyenne	Temp. du Rhône Midi.	Temp. du Rhône Écart avec la temp. normale.	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	0	0	0	0	millim.	millim.					mm.				0	0	cm
1	735,20	+ 8,46	+ 1,25	— 1,00	— 0,1	+ 2,4	4,84	+0,26	978	+128	930	1000	...	...	SE. 1	1,00	+9,4	+ 1,5	119,7
2	733,81	+ 7,03	— 0,04	— 2,16	— 1,2	+ 1,2	4,54	0,00	994	+143	890	1000	...	...	SSE. 1	1,00	9,2	+ 1,4	115,7
3	734,80	+ 7,98	+ 3,17	+ 1,17	+ 0,5	+ 5,5	5,34	+0,84	922	+ 70	820	1000	...	...	E. 1	0,99	9,1	+ 1,4	117,0
4	737,53	+10,67	+ 2,98	+ 1,10	+ 2,1	+ 4,2	4,66	+0,19	829	— 23	740	890	...	...	NNE. 1	0,90	9,2	+ 1,6	113,3
5	738,41	+11,51	+ 2,67	+ 0,91	— 0,4	+ 8,1	5,07	+0,64	915	+ 62	800	1000	...	...	SSE. 1	0,50	...	.....	110,4
6	738,48	+11,54	+ 3,95	+ 2,30	— 0,8	+ 7,2	5,30	+0,90	851	— 3	740	910	...	...	variable	0,84	8,9	+ 1,5	109,5
7	739,10	+12,12	+ 5,23	+ 3,69	0,0	+ 9,1	5,98	+1,61	871	+ 17	760	980	...	...	variable	0,66	8,9	+ 1,6	108,3
8	741,17	+14,15	+ 6,04	+ 4,61	+ 4,5	+ 8,0	5,79	+1,45	830	— 25	730	880	...	...	variable	1,00	8,9	+ 1,7	105,5
9	738,43	+11,37	+ 3,38	+ 2,06	+ 1,9	+ 5,6	5,37	+1,06	922	+ 66	830	960	...	...	variable	0,98	8,8	+ 1,7	103,5
10	735,68	+ 8,58	+ 6,11	+ 4,89	+ 3,0	+ 9,4	5,79	+1,51	817	— 39	640	920	1,2	2	variable	0,74	8,9	+ 1,8	103,2
11	734,62	+ 7,48	+ 5,89	+ 4,77	+ 1,9	+13,0	5,90	+1,64	856	— 1	620	960	...	...	SSO. 1	0,30	8,8	+ 1,8	101,1
12	733,06	+ 5,88	+ 5,86	+ 4,84	+ 2,1	+10,5	4,93	+0,70	709	—149	540	900	...	...	ESE. 1	0,94	...	.....	99,0
13	732,74	+ 5,52	+ 5,39	+ 4,46	+ 1,2	+ 8,9	5,27	+1,06	771	— 87	630	930	...	...	SSO. 1	0,83	8,7	+ 1,9	97,5
14	730,73	+ 3,47	+ 7,60	+ 6,76	+ 5,8	+ 9,2	5,51	+1 32	708	—151	640	750	...	...	SSO. 1	0,97	8,7	+ 2,0	94,0
15	727,30	0,00	+ 8,13	+ 7,38	+ 6,5	+12,1	5,95	+1,78	741	—118	610	820	...	...	S. 1	0,72	8,8	+ 2,2	96,0
16	723,08	— 4,26	+ 8,12	+ 7,45	+ 6,1	+11,1	6,45	+2,30	798	— 62	700	920	3,3	2	SSO. 1	0,87	8,9	+ 2,4	96,0
17	721,03	— 6,34	+ 7,67	+ 7,08	+ 5,8	+ 9,1	6,55	+2,42	835	— 25	720	910	0,8	2	SSO. 1	0,98	8,7	+ 2,2	95,5
18	723.02	— 4,39	+ 6,87	+ 6,36	+ 5,2	+10,0	5,81	+1,69	787	— 74	640	970	1,0	3	SSO. 1	0,71	8,8	+ 2,4	97,5
19	728,17	+ 0,72	+ 6,19	+ 5,75	+ 4,0	+11,9	4,80	+0,70	680	—181	550	760	...	...	variable	0,56	...	.....	95,5
20	725,99	— 1,49	+ 7,15	+ 6,78	+ 3,3	+12,0	4,04	—0,05	535	—327	430	680	...	...	SSO. 2	0,59	8,1	+ 1,9	96,0
21	727,09	— 0,43	+ 5,57	+ 5,27	+ 4,1	+ 9,0	4,92	+0,84	734	—128	550	830	7,3	7	SSO. 2	0,97	7,8	+ 1,6	99,0
22	731,72	+ 4,16	+ 2,46	+ 2,22	— 1,5	+ 7,1	3,98	—0,09	725	—138	580	930	...	...	SSO. 1	0,69	7,4	+ 1,3	98,2
23	728,72	+ 1,13	+ 6,68	+ 6,50	+ 3,3	+10,0	5,72	+1,66	772	— 91	640	860	0,3	1	variable	0,82	7,4	+ 1,4	91,5
24	719,99	— 7,63	+ 8,43	+ 8,31	+ 3,9	+12,0	5,88	+1,83	705	—158	630	870	5,4	4	SSO. 2	0,91	7,6	+ 1,6	95,2
25	716,05	—11,60	+ 8,27	+ 8,20	+ 5,4	+10,9	5,84	+1,80	725	—139	620	830	5,1	6	SSO. 2	0,93	7,5	+ 1,6	95,5
26	721,59	— 6,09	+ 3,09	+ 3,07	+ 1,3	+ 5,5	4,01	—0,03	708	—156	600	940	1,2	3	variable	0,91	..	.....	98,5
27	723,29	— 4,42	+ 9,45	+ 9,48	+ 2,3	+12,7	7,17	+3,14	781	— 83	680	870	3,7	8	variable	0,94	6,7	+ 0,9	100,0
28	725,38	— 2,35	+ 8,48	+ 8,55	+ 6,9	+11,2	7,13	+3,10	865	0	740	940	...	...	variable	0,66	6,8	+ 1,1	101,7
29	723,13	— 4,63	+ 7,70	+ 7,81	+ 5,4	+13,0	6,45	+2,42	827	— 38	550	940	...	...	variable	0,74	7,1	+ 1,5	103,8
30	722,51	— 5,27	+ 7,23	+ 7,38	+ 5,6	+12,6	5,99	+1,97	791	— 74	640	950	16,3	11	SSO. 2	0,94	7,1	+ 1,5	104,5
31	726,37	— 1,43	+ 4,43	+ 4,61	+ 2,0	+ 8,8	4,03	+0,01	662	—203	490	780	0,9	2	SSO. 2	0,78	6,9	+ 1,4	106,5

MOYENNES DU MOIS DE DÉCEMBRE 1880.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	737,35	737,49	737,94	737,40	736,83	736,77	737,11	737,33	737,44
2e »	728,19	728,43	728,75	728,07	727,52	727,47	727,46	727,47	727,27
3e »	724,63	724,63	724,85	723,89	723,39	723,68	724,14	724,80	725,09
Mois	729,88	730,01	730,33	729,60	729,06	729,13	729,39	729,70	729,78
Température.									
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	+ 2,06	+ 1,92	+ 3,19	+ 4,62	+ 5,21	+ 4,62	+ 4,40	+ 4,06	+ 3,62
2e »	+ 5,29	+ 5,32	+ 6,82	+ 9,18	+ 9,39	+ 8,34	+ 7,36	+ 6,65	+ 6,26
3e »	+ 5,67	+ 5,78	+ 7,04	+ 8,21	+ 7,60	+ 7,20	+ 6,82	+ 6,62	+ 6,36
Mois	+ 4,38	+ 4,38	+ 5,73	+ 7,37	+ 7,41	+ 6,74	+ 6,22	+ 5,81	+ 5,45
Tension de la vapeur.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	5,02	4,94	5,15	5,32	5,39	5,51	5,49	5,45	5,38
2e »	5,39	5,55	5,78	5,79	5,48	5,44	5,65	5,55	5,29
3e »	5,53	5,39	5,52	5,67	5,79	5,77	5,53	5,61	5,42
Mois	5,32	5,30	5,48	5,59	5,56	5,58	5,56	5,54	5,37
Fraction de saturation en millièmes.									
1re décade	942	938	894	840	814	866	875	890	903
2e »	804	828	781	666	623	661	737	759	744
3e »	800	778	724	685	734	749	735	755	751
Mois	847	846	797	729	724	758	781	800	798

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Température du Rhône.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	0	0		0	mm	cm
1re décade	+ 0,95	+ 6,07	0,86	+ 9,03	1,2	110,61
2e »	+ 4,19	+ 10,78	0,75	+ 8,69	5,1	96,81
3e »	+ 3,52	+ 10,25	0,84	+ 7,23	40,2	99,49
Mois	+ 2,91	+ 9,07	0,82	+ 8,26	46,5	102,21

Dans ce mois, l'air a été calme 1,8 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 0,28 à 1,00.

La direction de la résultante des vents observés est S.-10°,9-O. et son intensité est égale à 47,3 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU GRAND SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE DÉCEMBRE 1880.

Le 9, neige dans la soirée ; forte bise tout le jour.
10, neige dans la nuit; brouillard et très forte bise tout le jour.
11, forte bise tout le jour ; brouillard le matin.
12, forte bise depuis midi.
13, forte bise tout le jour ; brouillard le soir.
14, forte bise tout le jour ; brouillard une partie de la journée.
15, brouillard le matin.
16, neige presque tout le jour.
17, neige le matin ; brouillard l'après-midi et le soir.
18, brouillard le matin.
21, neige et brouillard tout le jour par une forte bise.
22, neige et brouillard ; le soir forte bise.
24, neige presque tout le jour; fort vent du SO.
25, neige et brouillard le soir.
28, brouillard le soir.
29, id. ; fort vent du SO.
30, brouillard et neige jusqu'au soir; le soir fort vent du SO.
31, la bise commence à souffler fortement dans la soirée ; neige depuis 8 heures du soir.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM	mm	MINIMUM.	mm
		Le 2 à 6 h. soir	567,91
Le 8 à 10 h. matin	576,52		
		10 à 2 h. après midi	566,92
11 à midi	568,70		
		18 à 6 h. matin	558,34
20 à 10 h. matin	565,04		
		21 à 4 h. après midi	558,34
23 à 10 h. matin	565,62		
		25 à 4 h. après midi	553,86
28 à 10 h. matin	565,34		
		30 à 4 h. après midi	558,98
31 à 10 h. soir	561,04		

SAINT-BERNARD. — DÉCEMBRE 1880.

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale.	Baromètre. Minimum.	Baromètre. Maximum.	Température C. Moyenne des 24 heures.	Température C. Écart avec la température normale.	Température C. Minimum.	Température C. Maximum.	Pluie ou neige. Hauteur de la neige.	Pluie ou neige. Eau tombée dans les 24 h.	Pluie ou neige. Nombre d'heures.	Vent dominant.	Nébulosité moyenne.
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°	millim.	millim			
1	570,26	+ 8,31	569,40	571,86	— 2,21	+ 4,51	— 3,2	0,0	.....	.....	....	SO. 1	0,12
2	568,24	+ 6,31	567,91	568,95	— 2,81	+ 3,99	— 3,8	— 1,6	.....	.....	....	NE. 1	0,08
3	569,37	+ 7,46	568,18	570,39	— 1,56	+ 5,32	— 4,1	+ 1,2	.....	.....	....	NE. 1	0,00
4	571,00	+ 9,11	570,80	571,20	- 1,71	+ 5,25	— 4,1	+ 0,2	.....	.....	....	NE. 1	0,06
5	571,00	+ 9,13	570,82	571,51	— 4,10	+ 2,94	— 4,6	— 3,5	.....	.....	....	NE. 1	0,11
6	571,71	+ 9,86	571,21	572,78	— 2,80	+ 4,32	— 3,7	— 1,8	.....	.....	....	NE. 1	0,17
7	573,80	+11,98	573,05	574,78	— 0,68	+ 6,33	— 1,9	+ 0,4	....	.....	....	NE. 1	0,24
8	575,78	+13,98	575,32	576,52	+ 1,22	+ 8,51	— 0,9	+ 4,2	.....	.....	.. .	NE. 1	0,18
9	571,60	+ 9,82	570,79	573,15	— 3,04	+ 4,33	— 4,6	0,0	180	12,1	....	NE. 2	0,67
10	568,07	+ 6,31	566,92	569,20	— 5,16	+ 2,28	— 5,7	— 4,5	80	4,8	....	NE. 3	0,94
11	568,25	+ 6,51	568,04	568,70	— 4,87	+ 2,64	— 5,5	— 4,2	.....	.....	....	NE. 2	0,36
12	565,93	+ 4,21	565,77	566,39	— 5,52	+ 2,06	— 6,2	— 4,0	.....	.....	....	NE. 2	0,14
13	565,85	+ 4,15	565,62	566,24	— 4,83	+ 2,82	— 6,5	— 3,3	.....	.....	....	NE. 2	0,46
14	563,87	+ 2,19	563,05	564,82	— 6,87	+ 0,85	— 8,3	— 5,4	.....	.....	....	NE. 2	0,83
15	563,29	+ 1,63	562,92	563,84	— 3,83	+ 3,95	— 5,0	— 3,2	.....	.....	....	NE. 1	0,43
16	560,94	— 0,70	560,23	561,73	— 1,86	+ 5,98	— 2,5	— 0,8	340	29,2	....	NE. 1	0,94
17	558,89	— 2,74	558,63	559,17	— 3,97	+ 3,93	— 4,6	— 2,3	250	19,8	....	SO. 1	0,96
18	559,95	— 1,66	558,34	561,81	— 6,60	+ 1,36	— 9,7	— 3,8	.....	.....	....	NE. 1	0,56
19	563.33	+ 1,74	562,23	564,52	— 6,51	+ 1,51	— 7,3	— 4,6	.....	.....	....	NE. 1	0,18
20	564 33	+ 2,76	563,11	565.04	— 1,39	+ 6,69	— 3,4	+ 1,4	.....	.....	....	variable	0,33
21	559,41	— 2,15	558,34	560,62	— 8,71	— 0,58	—10,6	— 4,8	120	10,0	....	NE. 2	1,00
22	564,05	+ 2,50	562.49	565,13	— 8,38	— 0,20	—13,8	— 3,5	90	6,8	....	NE. 2	0,51
23	564,74	+ 3,21	563,52	565,62	— 2,26	+ 5,97	— 4.0	— 0,6	.....	.....	....	NE. 1	0,11
24	557,83	— 3,68	556,83	559,20	— 4,50	+ 3,78	— 6,3	— 2,2	200	18,4	....	SO. 2	0,88
25	555.12	— 6,37	553,86	556,90	— 4,83	+ 3,50	— 7,1	— 3,2	150	14,0	....	SO. 1	0,88
26	557,53	— 3,94	556,23	558,78	— 6,98	+ 1,39	— 9,7	— 4,0	.....	.....	....	NE. 1	0,74
27	562,05	+ 0,59	559,64	564,46	— 1,41	+ 7,00	— 3,3	+ 0,5	.....	.....	....	variable	0,67
28	565,03	+ 3,59	564,91	565,34	— 2,11	+ 6,34	— 4,4	— 0,3	.....	.....	....	variable	0,64
29	563,23	+ 1,81	561,31	564,51	— 5,89	+ 2,60	— 6,7	— 5,4	.....	.....	....	SO. 1	0,57
30	559,69	— 1,71	558,98	560,93	— 5,62	+ 2,91	— 8,3	— 4 3	80	7,9	....	SO 1	0,79
31	559,63	— 1,75	559,05	561,04	—10,22	— 1,65	—13,3	— 8,3	.....	.....	....	NE. 1	0,57

MOYENNES DU MOIS DE DÉCEMBRE 1880.

	6h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	571,33	571,25	571,17	571,09	570,78	570,94	571,03	571,17	571,30
2e »	563,48	563,54	563,74	563,67	563,40	563,36	563,43	563,40	563,44
3e »	560,91	561,08	561,22	560,77	560,45	560,42	560,53	560,75	560,99
Mois	565,10	565,15	565,24	565,03	564,73	564,76	564,85	564,97	565,10
Température.									
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	— 2,60	— 2,17	— 1,91	— 1,23	— 1,34	— 2,39	— 2,76	— 2,71	— 2,73
2e »	— 4,92	— 4,79	— 4,33	— 3,57	— 3,71	— 4,69	— 4,82	— 4,84	— 5,05
3e »	— 5,84	— 5,64	— 5,60	— 5,05	— 4,38	— 5,21	— 5,32	— 5,80	— 6,11
Mois	— 4,50	— 4,25	— 4,00	— 3,34	— 1,18	— 4,13	— 4,33	— 4,49	— 4,68

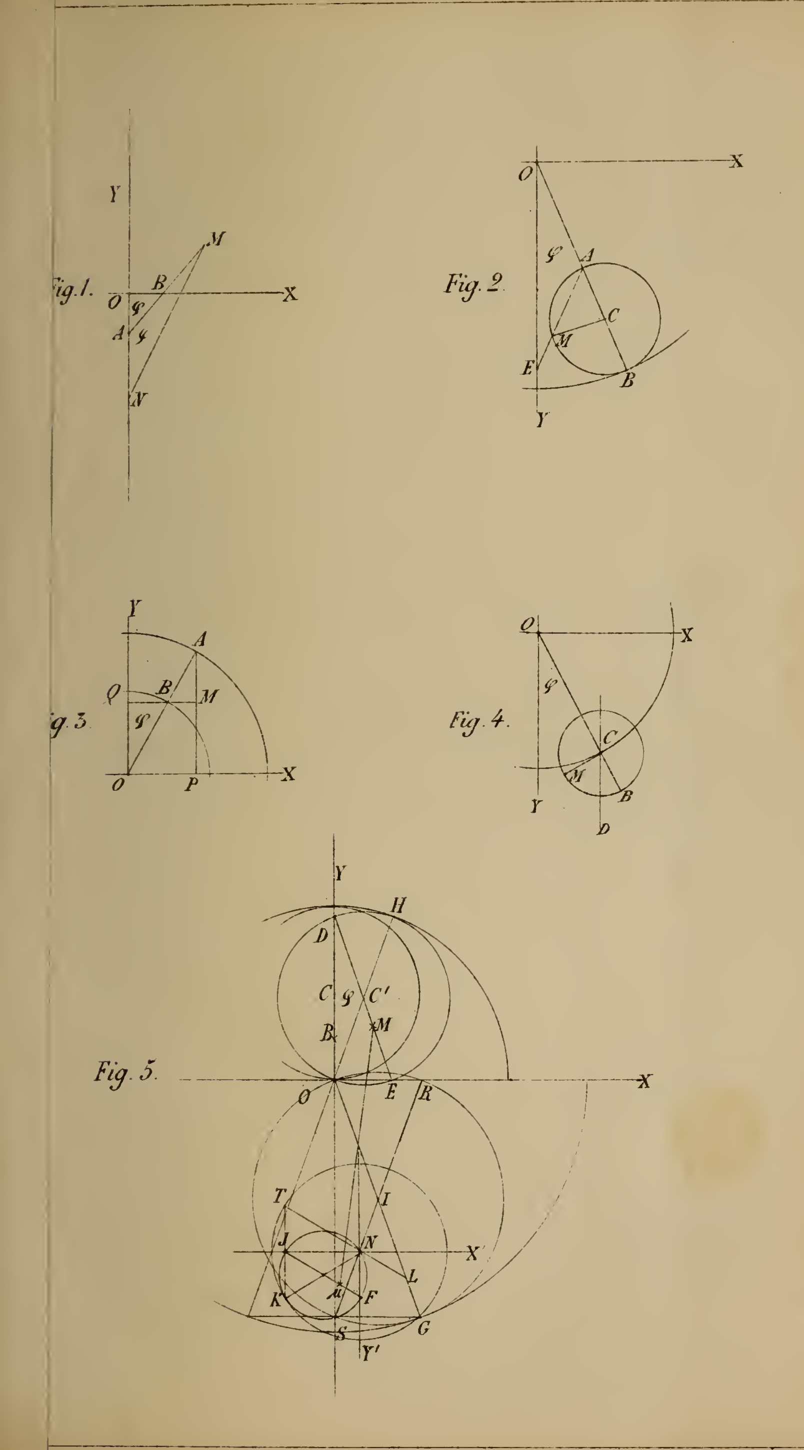
	Min. observé.	Max. observé.	Nébulosité.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	0	0		mm	mm
1re décade	— 3,66	— 0,54	0,26	16,9	260
2e »	— 5,90	— 3,02	0,52	49,0	590
3e »	— 7,95	— 3,28	0,67	57,1	640
Mois	— 5,91	— 2,31	0,49	123,0	1490

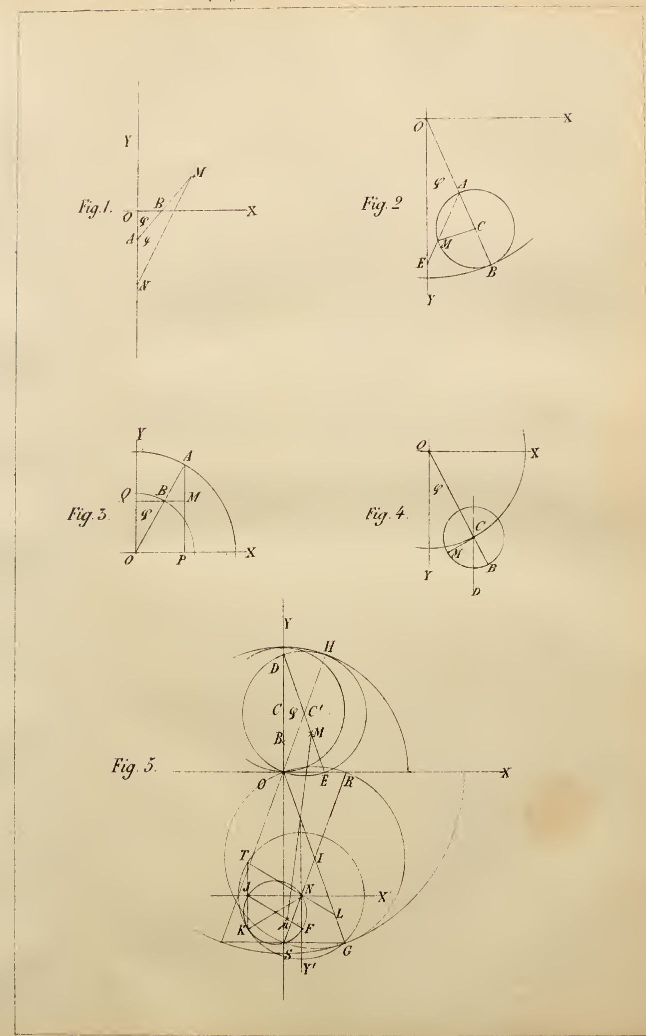
Dans ce mois, l'air a été calme 0,0 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 4,17 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E., et son intensité égale à 88,5 sur 100.


Fig 1
Fig 5.
Fig 2.
Fig 4.
Fig 6.
Fig 3.


Fig. 1.
Y
M
B
O
X
φ
A
φ
N
Fig. 2.
O
X
φ
A
C
M
E
B
Y
Fig. 3.
Y
A
Q
B
M
φ
O
P
X
Fig. 4.
O
X
φ
C
M
B
Y
D
Fig. 5.
Y
H
D
C
φ
C′
B
M
O
E
R
X
T
I
J
N
X′
L
K
F
S
G
Y′


Fig. 1.
Y
M
B
X
O
φ
A
φ
N
Fig. 2
O
X
φ
A
C
M
E
B
Y
Fig. 3.
Y
A
Q
B
M
φ
O
P
X
Fig. 4.
O
X
φ
C
M
B
Y
D
Fig. 5.
Y
H
D
C
φ
C'
B
M
O
E
R
X
T
I
J
N
X'
L
K
F
S
G
Y'

DES

MOUVEMENTS PÉRIODIQUES DU SOL

ACCUSÉS PAR DES NIVEAUX A BULLE D'AIR

(*Deuxième année.*)

PAR

M. Ph. PLANTAMOUR.

Cette note est destinée à faire connaître la suite de mes observations de niveaux du 1er octobre 1879 au 30 septembre 1880.

La disposition des niveaux et la manière de les observer étant exactement les mêmes que précédemment, il est inutile de les retracer ici, on en trouvera tous les détails dans mon mémoire de l'année dernière[1]. Je désire seulement répondre à une observation qui m'a été faite par quelques personnes qui pensaient que les niveaux placés dans la cave sur une construction en maçonnerie *adossée* contre le mur extérieur Ouest de la maison pouvaient être influencés par les mouvements propres de ce dernier, plutôt que par ceux du sol. Or, pendant le printemps et l'été 1878 les niveaux étaient posés directement sur le sol presque au milieu de la cave, et les mouvements du sol qu'ils ont accusés pendant ce temps étaient sensiblement plus grands que ceux qu'on a observés dans la même saison

[1] *Archives des Sciences physiques et naturelles*, 3me période, t. II, p. 641, nº de décembre 1879.

pendant deux années consécutives sur la table en maçonnerie. Il va sans dire que ce fait ne tranche pas la question d'une manière absolue, mais il me semble qu'il autorise la présomption que ce ne sont pas les oscillations possibles et même probables du mur extérieur, sous l'action de la température, qui occasionnent les mouvements de la bulle des niveaux. Sur le dé en maçonnerie les niveaux se trouvent encore à plus d'un mètre au-dessous du terrain extérieur. Dans le pavillon du limnographe, où les toutes premières observations ont été faites, ils reposaient sur le sol et il n'y a point de mur extérieur. La lecture de l'échelle des niveaux presque à ras le sol était d'ailleurs trop pénible pour être continuée.

Laissant de côté cette année les mouvements diurnes, qui ont été suffisamment mis en lumière dans le mémoire susmentionné, et qui ne peuvent guère varier d'une année à l'autre que dans des limites très restreintes, je me suis borné à deux observations par jour, à 9 heures du matin et à 6 heures du soir; la première un peu après le minimum et la seconde un peu avant le maximum diurne, dont la moyenne fournit une valeur assez exacte de l'inclinaison du jour.

J'ai introduit en outre une petite modification dans le tracé des courbes. L'année dernière, les courbes représentaient les mouvements de la bulle en millimètres de l'échelle des niveaux; il m'a paru bien préférable, connaissant la valeur du millimètre en seconde d'arc, de calculer pour chaque jour le nombre de secondes correspondant au nombre moyen de millimètres accusés par le niveau, de manière à ce que la courbe indiquât directement l'inclinaison du sol en secondes. Dans le but de rendre les courbes de l'année dernière comparables à celles

de cette année, pour lesquelles j'ai dû adopter une division plus petite des ordonnées en raison de la plus grande amplitude de l'oscillation annuelle de l'Est à l'Ouest, j'ai reproduit et mis en regard sur la même planche (voyez pl. III) les courbes des deux niveaux pour l'année 1878-1879 calculées aussi en secondes en même temps que celles de 1879-1880; dans l'échelle de la courbe chaque division, ou 2 millimètres, des ordonnées correspond à une seconde.

Je rappellerai en outre que les deux lignes renforcées aux extrémités desquelles se trouvent les mots Est ou Sud et un zéro, représentant pour les niveaux respectifs la position du centre de la bulle au commencement des observations le 1er octobre 1878 pour le niveau orienté de l'Est à l'Ouest et le 23 décembre de la même année pour celui placé dans le méridien. Les secondes positives correspondent à une élévation du côté de l'Est ou du Sud au-dessus de ce point de départ et les secondes négatives à un abaissement du côté de l'Est ou du Sud au-dessous de ce même point. En tête de chaque courbe et au mois de janvier se trouve inscrite l'année de la courbe. Pour l'année 1880, j'ai supprimé le 29 février dont la cote pour le niveau Est-Ouest était la même que celle du 1er mars et pour le niveau Sud-Nord que celle du 28 février. Les observations ont été interrompues, pour cause d'absence en 1879, du 7 au 21 octobre. Cette petite lacune n'a pas d'importance, parce que le mois d'octobre est celui de l'année pendant lequel le sol éprouve le moins d'oscillations; en effet, pendant ces quinze jours la variation d'inclinaison dans la direction du parallèle n'a été que de 0",08 et dans le sens du méridien de 0",42. J'ai réuni dans les tableaux qui suivent

Variations d'inclinaison du côté **Est** évaluées en secondes d'arc.
Octobre 1878 à Septembre 1879.

	Octobre.	Novembre.	Décembre.	Janvier.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Septembre.
	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s
1	0.	— 5.11	— 9.67	—13.26	—15.41	—15.57	—11.17	—12.03	— 9.56	— 0.86	+ 6.34	+ 7.09
2	— 0.31	4.56	10.04	12.89	15.41	16.00	10.95	12.03	9.51	1.50	6.18	7.04
3	0.54	4.94	10.24	12.89	15.10	15.36	11.70	12.24	9.51	1.34	6.71	6.77
4	0 80	5.48	10.47	12.72	14.12	15.46	11.87	12.51	8.75	1.18	6.82	7 30
5	0.64	5.96	10.42	12.89	13.96	15.25	11.87	12.19	8.65	1.50	6.82	9.07
6	0.80	6.18	10 24	13.69	14.61	15.20	11.92	11.71	7.95	1.61	5.53	10.31
7	0.64	6.06	10.79	14.44	14.61	14.77	11.87	11.81	7.52	1.13	3.81	10.42
8	0.80	6.66	11.92	14.87	13.53	14.34	11.92	12.57	6.98	0.32	3.33	10.47
9	0.	6.55	13.30	15.04	13.37	14.34	11.92	12.62	6.83	0.37	3.28	6.82
10	0.86	7.52	12.73	15.84	12.78	14.24	11. 2	12.67	6.60	0.97	3.22	6.44
11	0.59	7.36	13.26	15.20	12.35	14.29	11.92	12.89	5.91	1.02	3.76	5.96
12	1.18	6.77	12.99	15.36	12.35	13.53	12 08	12.73	5.69	0.86	4.03	5.48
13	1 29	7.57	14.07	16.11	12.35	13.58	12.40	12.78	6.12	0.81	4.72	5.85
14	1.61	7.57	14.55	17 34	12.35	14.24	12.62	12.51	6.55	0.32	5.58	6.39
15	1.34	7.52	14.01	17.61	12.35	14.82	12.62	12.40	6.12	0.16	6.18	6.28
16	1.82	8.05	14 55	17.08	12.35	14.50	12.51	12.78	6.12	+ 0.43	5.91	6.39
17	1.82	8.05	14.50	16.59	12.51	13 80	12.67	12 78	6.12	0.81	4.94	6.12
18	1.72	8.32	14.23	15.84	12.73	13.48	12.73	12.78	6.12	1.40	4.40	6.44
19	1.07	8 32	15.25	16.27	12.56	13.59	12.51	12.67	6.28	1.99	4.56	6.93
20	0.97	8 32	14.66	15.73	12.56	13.21	12.94	11.71	5.96	2.90	4.78	7.30
21	1.50	8.32	14.39	16.75	12.56	13.05	12.51	10.90	5.21	2.52	5.75	7.30
22	0.91	8.59	14.34	16.86	12.56	12.83	12.57	10.47	4 73	1.29	6.07	7.30
23	1.88	9.34	16.22	16.59	12.56	12.40	12.73	10.47	4.51	1.13	6.18	5 75
24	2.15	9.40	17.08	16.16	13.48	12.40	12.57	11.22	4.30	1.72	6.87	5.75
25	2.15	9.40	17.40	15.57	14.44	12.46	12.30	11.11	4.51	2.25	6.60	5.64
26	2.04	8.43	17.40	15.57	14.98	12.46	12.05	10.85	4.67	3.17	5.85	3.65
27	2.79	8.38	15.95	15.68	14.98	12.24	12.24	10.79	3.81	3.49	5.69	2.15
28	2.84	8.43	15.04	15.68	15.36	12.19	11.44	10.79	2.58	3.49	6.23	0.54
29	3.49	8.32	14.98	15.53		12.19	11.54	10.47	1.83	3.92	6.60	1.83
30	3 87	9.13	13.91	15.30		12.08	11.97	10.54	1.18	5.15	6.82	4.19
31	5.15		13.42	15 36		11.44		9.88		6.28	8.59	

Variations d'inclinaison du côté **Est** évaluées en secondes d'arc.

Octobre 1879 à Septembre 1880.

	Octobre.	Novembre.	Décembre.	Janvier.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Septembre.
	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s
1	+ 4.25	+ 5.26	—27.60	—82.91	—88.01	—83.45	—83.82	—82.91	—84.04	—78.19	—80.55	—75.61
2	4.51	5.26	33.24	82.21	88.01	83.45	84.15	82.54	84.09	78.67	80.66	75.82
3	5.15	5.21	51.66	82.32	87.69	83.02	84.31	81.89	82.70	79.37	81.09	75.08
4	5.85	5.02	51.60	82.27	87.58	82.70	83.88	81.73	83.07	79.90	81.63	74.75
5	5.85	3.70	51.55	82.16	87.21	82.00	83.61	81.52	83.61	80.44	81.19	74.64
6	5.85	2.36	51.44	83.29	87.48	81.68	84.20	81.34	83.34	80.60	80.55	74.27
7	....	2.09	64.01	83.61	87.69	81.25	84.52	81.19	83.34	79.85	80.50	74.43
8	....	1.98	65.35	83.82	87.85	80.87	84.36	81.19	82.70	80.44	80.66	74.50
9	....	1.93	72.60	84.20	87.37	80.87	84 41	82.00	83.07	79.74	80.66	74.05
10	...	1.88	72.54	84.63	86.62	80.98	84.68	82.00	82.70	80.01	80.93	74.05
11	....	1.72	74.86	84.84	86.24	81.19	84.68	82.27	82.27	79.80	80 55	74.43
12	....	1.66	80.76	84.95	85.87	80.92	84.84	82.11	82.54	78.56	80.50	74.64
13	....	1.66	85.17	85.22	85.33	81.30	84.63	80.82	82.32	78.19	80.50	75.29
14	....	— 2.68	85.17	85.54	85.81	81.34	84.41	80.12	82.27	77.65	80.28	75.82
15	....	4.72	83.88	85.65	85.92	81.41	83.76	80.01	82.21	77.60	79.37	75.93
16	....	5.42	86.19	85.65	85.70	81.34	83.13	79.80	81.89	76.95	79.16	76.63
17	....	5.58	86.39	85.81	85.60	81.34	82.86	80.23	81.95	76.17	78.51	76.84
18	....	5.58	86.67	85.39	84.74	81.41	82.64	81.19	80.92	77.39	78.51	77.06
19	....	5.58	86.88	85.54	84.19	82 32	82.27	82.11	79.80	76.17	78.13	77.11
20	....	5.58	86.83	86.13	83.61	82.75	82.16	82.43	79.69	77.43	77.65	77.06
21	....	5.58	86.67	87.74	83.07	82.91	81.95	82.70	79.69	77.03	77.86	77.48
22	+ 5.77	5.64	86 88	88.73	83.02	83.50	82.00	82.91	80.39	79.15	77.76	77.06
23	5.37	5.64	87.15	89.30	82.70	83.72	82.00	82.91	80.17	79.80	77.66	77.06
24	5.37	5.58	87.15	88.06	83.02	83.72	81.95	82.64	80.39	79.26	77.66	76.06
25	5.37	5.58	88.33	88.93	82.91	83 72	81.95	82.37	80.60	78.94	77.53	76 36
26	5.37	5.80	88.71	88.73	82.70	83.82	81.78	81.57	80.12	78.40	76.95	76.09
27	5.37	16.86	85.77	89.52	83.07	83.72	82.05	81.36	80.12	79.21	77.27	75.98
28	5.31	16.86	85.86	89.95	83.50	83.40	81.73	81.68	79.42	79.64	77.06	76.15
29	5.31	20.08	87.69	88.28	83.45	83.23	81.78	82.75	78.78	78.94	76.74	76.20
30	5.31	27.71	84.79	88.17	.....	83.50	82.27	83.34	77.70	78.94	78.51	76.25
31	5.31	.....	83.50	88.17	.....	83.56	.....	83.61	.....	78.13	76.15	.....

Variations d'inclinaison du côté **Sud** évaluées en secondes d'arc.

Décembre 1878 à Septembre 1879.

	Octobre.	Novembre.	Décembre.	Janvier.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Septembre.
			s	s	s	s	s	s	s	s	s	s
1	....	....	....	+ 0.75	+ 1.20	+ 1.45	+ 2.78	+ 3.15	+ 2.86	+ 2.28	+ 1.70	+ 0.16
2	....	....	....	0.91	1.20	1.41	2.90	3.11	2.70	2.74	1.82	0.21
3	....	....	....	0.75	1.37	1.41	3.15	3.11	2.70	3.15	2.03	0.33
4	....	....	....	0.91	1.37	1.37	3.36	3.15	2.70	3.03	2.32	0.25
5	....	....	....	0.83	1.16	1.58	3.24	3.15	2.56	3.15	2.45	0.00
6	....	....	....	0.75	1.24	1.58	3.15	3.15	2.53	3.24	2.61	0.12
7	....	....	....	0.62	1.45	1.66	3.15	3.32	2.53	2.99	2.74	0.12
8	....	....	....	0.62	1.45	1.74	3.07	3.53	2.49	2.45	2.61	0.00
9	....	....	....	0.58	1.58	1.95	3.19	3.73	2.36	2.41	2.36	0.16
10	....	....	....	0.00	1.49	2.12	2.78	3.82	2.61	2.57	1.87	0.46
11	....	....	....	0.41	1.66	2.20	3.11	3.73	2.49	2.70	1.58	0.46
12	....	....	....	0.33	1.66	2.20	3.36	3.40	2.49	2.57	1.37	0.41
13	....	....	....	− 0.08	1.70	2.24	3.15	3.07	2.59	2.53	1.37	0.25
14	....	....	....	0.37	2.03	2.49	3.24	3.03	3.03	2.49	1.33	0.04
15	....	....	....	0.21	2.07	2.57	3.53	3.07	3.07	2.45	1.29	− 0.16
16	....	....	....	0.08	2.12	2.82	3.61	3.19	3.07	2.28	1.37	0.33
17	....	....	....	+ 0.12	2.28	2.74	3.61	3.15	3.11	2.03	1.58	0.46
18	....	....	....	0.21	2.12	2.70	3.36	3.40	3.40	1.82	1.53	0.62
19	....	....	....	0.12	2.03	2.78	3.19	3.57	3.32	1.66	1.41	0.80
20	....	....	....	0.17	2.20	2.78	3.15	3.36	3.11	1.82	1.20	0.95
21	....	....	....	0.12	2.20	2.65	3.19	3.19	2.90	1.87	0.95	1.04
22	....	....	....	0.21	2 12	2.78	3 15	3.11	2.61	2.20	0.83	1.08
23	....	....	+ 0.17	0.33	1.91	2.86	2.90	3.11	2.82	2.32	0.91	0.83
24	....	....	0.04	0.54	1.62	2.99	3.11	3.36	2.53	1.99	0.95	0.80
25	....	....	0.12	0.54	1.58	3.03	3.15	3.36	2.70	1.70	1.08	0.62
26	....	....	0.00	0.46	1.62	3.07	3.11	3.44	2.82	1.45	1.16	0.21
27	....	....	0.21	0.54	1.66	3.03	3.19	3.40	2.61	1.33	1.12	0.24
28	....	....	0.46	0.95	1.45	2.95	3.11	3.32	2.36	1.37	0.95	0.58
29	....	....	0.54	1.04	....	2.90	3.15	3.28	2.20	1.49	0.54	0.80
30	....	....	0.79	1.08	....	2.95	3.11	3.07	2.07	1.62	0.37	1.04
31	....	....	0.75	1.16	....	2.95	....	2.99	....	1,66	0.16	....

Variations d'inclinaison du côté **Sud** évaluées en secondes d'arc.

Octobre 1879 à Septembre 1880.

	Octobre.	Novembre.	Décembre.	Janvier.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Septembre.
	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s
1	— 1.04	— 2.41	— 3.90	— 3.90	— 4.11	— 1.91	— 2.32	— 1.31	— 0.83	— 2.82	— 1.91	— 3.73
2	1.12	2.41	3.98	3.90	4.07	1.99	2.16	1.58	0.29	2.90	1.45	3.73
3	1.45	2.12	3.73	3.90	4.15	1.99	1.95	1.83	0.58	2.78	1.41	3.73
4	1.66	2.03	3.73	3.78	4.15	1.99	1.99	1.78	0.66	2.24	1.24	3.78
5	1.70	1.87	3,32	3.69	4.07	2.07	2.16	1.74	0.66	2.16	1.49	3.78
6	1.70	1.91	3.61	5.65	4.11	1.95	2.12	1.70	0.46	2.28	1 74	3.90
7	....	2.07	3.82	3.53	3.94	1.95	2.24	1.62	0.54	2.32	1.74	3.57
8	....	2.20	3.78	3.65	3.82	1.95	1.87	1.41	1.12	2.74	1.87	3.69
9	....	2.24	3.73	3.61	3.90	1.74	1.95	1.33	1.29	2.86	2.03	3.78
10	....	2.24	3.86	3.69	3.78	1.58	1.99	1.41	1.37	2.86	2.03	3.57
11	....	2.20	3.86	3.69	3.57	1.49	2.03	1.41	1.45	2.74	2.24	3.73
12	....	2.24	3.94	3.73	3.61	1.49	2.12	1.70	1.04	2.74	2.32	3.94
13	....	2.12	4.02	3.73	3.61	1.29	2.24	2.03	1.16	2.95	2.41	3.69
14	....	2.16	4.11	3.78	3.57	1.29	2.32	2.20	1.45	3.00	2.70	3.44
15	....	2.24	4.11	3.78	3.15	1.29	2.36	2.32	1.49	3.03	2.82	3.40
16	....	2.07	4.23	3.78	2.86	1.29	2.36	2 20	1.79	3.11	2.99	2.95
17	....	2.03	4.40	3.65	2.95	1.04	2.45	2.16	1.91	3.07	3.07	3.03
18	....	2.12	4.65	3.65	3.03	1.12	2.53	2.03	2.03	3.03	2.95	3.07
19	...	2.32	4.81	3.65	3.15	0.91	2.45	1.41	2.20	3.19	2.95	3.19
20	....	2.53	4.81	3.44	3.11	0.79	2.45	1.29	2.53	3.24	2.95	3.28
21	....	2.66	4.85	3.36	2.86	0.83	2.53	1.29	2.36	2.90	2.95	3.03
22	— 2.12	2.66	4.56	3.24	2.86	0.66	2.45	1.29	2.28	2.70	2.99	3.36
23	2.12	2.94	4.56	3.40	2.45	0.46	2.20	1.29	2.16	2.32	3.07	3.53
24	2.07	2.99	4.61	3.69	2.24	0.66	2.03	1.29	1.95	2.36	3.19	3.94
25	2.03	3.03	4.52	3.69	2.20	0.66	1.87	1.37	1.87	2.24	3.28	4.23
26	2.07	3.69	4.48	3.78	1.99	0.66	1.91	2.07	1.87	2.41	3.36	4.11
27	2.20	4.40	4.56	3.57	2.03	0.66	1.29	2.16	2.03	2.32	3.36	4.19
28	2.24	4.27	4.44	3.61	2.03	0.91	1.41	2.20	2.16	2.32	3.48	4.19
29	2.32	4.15	4.27	3.82	2.03	1.74	1.45	1.62	2.49	2.36	3.61	4.23
30	2.41	3.98	4.07	3.86		2.36	1.41	1.16	2.74	2.41	3.69	4.02
31	2.45		3.90	4.02		2.36		1.00		2.32	3.73	

les variations exactes du centre de la bulle, calculées en secondes, les fractions de seconde ne pouvant pas être rendues rigoureusement par une courbe à aussi petite échelle que celle de la planche.

De la comparaison des deux années, il ressort différents faits que je vais passer en revue. Et d'abord, occupons-nous du niveau orienté de l'Est à l'Ouest. On remarque que dès le milieu de novembre, le côté Est baisse rapidement, que ce mouvement s'accentue d'une manière inattendue vers la fin du mois et se prolonge jusqu'au 26 décembre, où il atteint la cote de — 88″,71 il se relève ensuite de 6″,55 jusqu'au 5 janvier pour baisser de nouveau et atteindre graduellement, le 28 janvier, le minimum de l'année de — 89″,95. A partir de cette date, le côté Est se relève lentement, mais en une très faible mesure relativement à l'année précédente, en suivant assez régulièrement les hausses et les baisses journalières de la température extérieure. L'amplitude totale de l'abaissement du côté Est du 4 octobre 1879 au 28 janvier 1880 a été de 95,80 secondes; l'année précédente l'amplitude de l'oscillation n'avait été que de 28,08 secondes.

Deux faits sont particulièrement frappants dans cette courbe: 1° L'abaissement prodigieux de fin novembre à fin janvier et qui n'est pas justifié par un très grand abaissement absolu de la température du mois de décembre, puisque le maximum de froid n'a été que de — 15°, mais qui s'explique en partie par une température moyenne exceptionnellement basse, laquelle a été de — 6°,08, c'est-à-dire de 6°,88 au-dessous de la moyenne admise. Y a-t-il une correlation entre ce grand

abaissement du côté Est et des secousses de tremblement de terre plus ou moins éloignées? Celles ressenties dans le pays le 4 et le 30 décembre 1880 et le 27 janvier 1881 (cette dernière très forte à Berne) n'ont produit aucune agitation particulière de la bulle. 2° Le côté Est ne s'est relevé pendant l'été que d'une quantité insignifiante, en comparaison de l'année précédente, puisqu'il est resté en moyenne à près de 80 secondes au-dessous du point de départ, malgré la température plus élevée de l'été et surtout malgré la chaleur des quinze derniers jours du mois de juillet. Il faut donc croire qu'il y a un autre facteur que la température extérieure qui occasionne ces mouvements du sol, mais il n'a pas encore été possible d'en discerner la nature.

Quant au niveau orienté du Sud au Nord, il n'a pas été influencé par le froid exceptionnel de l'hiver, les mouvements qu'il a accusés présentent la plus grande ressemblance avec ceux de la première année. L'amplitude totale de l'oscillation annuelle a été la seconde année de 4″,56, la première année elle avait été de 4″,89; la courbe s'est maintenue pendant toute l'année au-dessous du point de départ de 1878, ce qui tient à ce que les observations n'avaient commencé que le 23 décembre au lieu du 1er octobre. Les deux courbes du niveau placé dans le méridien offrent un parallélisme frappant l'une à l'égard de l'autre. On remarque en outre que celle de 1879-1880 reproduit ce fait encore inexpliqué que, tandis que les oscillations de hausse et de baisse du côté Sud suivent généralement, mais avec un léger retard, les variations de la température extérieure d'octobre à mars, elles se présentent en sens opposé à ces dernières d'avril à octobre comme dans la courbe de 1878-1879, fait qui

ne se produit pas dans la direction de l'Est à l'Ouest, dans laquelle les oscillations du côté Est se produisent pendant toute l'année dans le même sens que les variations de la température extérieure. On est donc conduit à reconnaître que les oscillations dans la direction de l'Est à l'Ouest sont aussi en partie déterminées par une autre cause que la température extérieure.

Les observations des niveaux qui seront continuées pendant plusieurs années, fourniront peut-être quelque éclaircissement à cet égard.

SUR UN

NOUVEAU PRODUIT CRISTALLISÉ

PROVENANT DE LA

SCISSION DES SUBSTANCES ALBUMINOIDES

PAR

M. A. DANILEWSKY

Depuis longtemps déjà la tyrosine est connue comme un produit de scission des substances albuminoïdes. Elle a été obtenue en grande quantité par M. *W. Kühne* en faisant subir à celles-ci des modifications profondes sous l'influence du ferment pancréatique. D'après les observations décrites plus loin, elle ne paraît pas être un produit primaire de la décomposition, mais un produit secondaire. Lorsqu'on fait agir le ferment pancréatique sur la peptone, il se forme, par une action continue et pas trop énergique, un nouveau corps cristallisé d'une constitution plus complexe, dont la tyrosine est un des groupes atomiques.

La préparation de ce nouveau produit de scission exige l'observation rigoureuse de quelques conditions, car une action trop énergique du ferment le décomposerait. La formation de ce corps avec la peptone a lieu en solution neutre ou faiblement acide.

Dans cette préparation on doit prendre les mesures de précaution suivantes :

1. On doit employer le moins possible de ferment. Pour 100 grammes de substances albuminoïdes presque sèches une quantité de 10 à 15 CC. de la solution de pancréatine dans la glycérine, telle qu'elle est fournie par M. H. Sittel à Heidelberg, est suffisante.

2. La peptonisation d'une substance albuminoïde peut commencer en solution alcaline, mais la quantité d'alcali

employée doit être telle que les peptones acides formés la sursaturent.

3. La scission des peptones doit avoir lieu à la température ordinaire. Si l'on a commencé la peptonisation à environ 35°, on doit laisser refroidir la solution jusqu'à 10 à 15° dès que toute la substance albuminoïde est peptonisée.

4. La durée de l'expérience n'a pas d'influence importante. Généralement je faisais durer l'action 2 à 5 jours, à une température de 10 à 15°, de sorte qu'on ne pouvait pas encore reconnaître la réaction de l'indol avec l'acide nitrique. Dès qu'on obtient de l'indol comme autre produit de décomposition, la quantité du nouveau corps diminue de plus en plus. Lorsqu'il y a eu formation d'indol et en outre disparition de la réaction acide du liquide, on ne retrouve plus que des traces du nouveau corps.

Ce nouveau corps est isolé de la manière suivante : La solution, après avoir été filtrée, est évaporée à consistance sirupeuse, puis additionnée d'un peu d'alcool et abandonnée à elle-même. Si le nouveau corps s'est formé, il se sépare quelquefois de suite, d'autres fois seulement au bout de quelque temps sous forme de grains ou de croûtes blanchâtres. Il est lavé sur le filtre premièrement à l'alcool à 30 °/₀ et ensuite à l'eau froide ; par ce lavage, des substances peptoniques, des sels et de la leucine qui s'est formée simultanément, entrent en dissolution.

Pour la purification ultérieure le résidu est épuisé à plusieurs reprises avec de l'alcool (à 30-50 °/₀) bouillant, et celui-ci filtré encore chaud. Les liquides filtrés sont fortement concentrés par évaporation jusqu'à ce que le corps commence à se déposer. Cette opération est répétée plusieurs fois de suite.

J'ai obtenu cette nouvelle substance avec le blanc d'œuf, la caséine, la fibrine et la syntonine.

Le corps pur se dissout excessivement peu dans l'eau froide et pas du tout dans l'alcool et l'éther froid. L'eau chaude et l'alcool aqueux chaud le dissolvent, mais pas abondamment, et par le refroidissement il ne s'en sépare qu'une petite partie. En concentrant fortement les dissolutions on obtient une masse blanche cristalline, formée de prismes microscopiques. Lorsque le corps se dépose d'une solution pas trop concentrée, il se forme une espèce de feutre volumineux formé par de longues aiguilles microscopiques, dont le groupement est analogue à celui de la tyrosine. Le nouveau corps donne d'une part les réactions de la tyrosine, et d'autre part celles de l'inosite. Toutes les réactions donnant lieu à des colorations, et qui sont caractéristiques pour reconnaître la tyrosine, s'observent également avec le nouveau corps, mais ce dernier se distingue de la tyrosine en ce qu'il dégage une odeur analogue à celle que les hydrocarbures donnent en brûlant, lorsqu'il est chauffé avec précaution. En évaporant presque à siccité un peu du nouveau produit de scission avec quelques gouttes d'acide nitrique concentré et en ajoutant ensuite un peu d'une solution de chlorure de calcium assez concentrée et de l'ammoniaque, et en évaporant de nouveau à siccité, on obtient une coloration rose rougeâtre, réaction si caractéristique d'après *Scherer* pour l'inosite. Mais comme la coloration brun-rouge de la tyrosine entrave un peu cette réaction, il est nécessaire d'ajouter un peu plus de chlorure de calcium que pour l'inosite seul. Pour mieux produire la réaction on fait ramollir par la vapeur d'eau la masse évaporée et on évapore à siccité encore une fois. — Le nouveau corps se distingue de la tyrosine et de l'inosite

par une stabilité moins grande lorsqu'il est chauffé pendant quelque temps avec de l'eau, car par une ébullition prolongée, même en employant la substance très soigneusement purifiée, il se forme toujours des substances brunes qui, en évaporant, se déposent surtout contre les parois de la capsule.

La substance, qui a servi aux analyses ci-dessous, a été obtenue de la substance brute par épuisement fractionné. Toutes ces fractions laissent une petite quantité de cendres formée principalement par du phosphate de calcium qu'on ne réussit pas à éliminer par purification. La quantité de cendres était généralement 0,5 °/₀, seulement la fraction I en renfermait 1,5 °/₀. La concordance des analyses, après avoir défalqué la quantité de cendres, permet sans nul doute le calcul d'une formule.

La substance a été desséchée à la température de 100-105°.

Fraction.

	I	II	IV	V	VI	Moyenne
C	58,06	58,22	58,02	—	57,80	58,02
H	6,21	6,17	6,20	—	6,23	6,20
N	6,51 (I–II)			6,49		6,50

La fraction III a été perdue.

A ces chiffres correspond le mieux la formule $C_{21}H_{26}N_2O_8$; le calcul donne pour cette formule :

C	58,06
H	6,00
N	6,45
O	29,49
	100,00

En admettant dans le nouveau corps, basé sur les réactions indiquées plus haut, les groupes atomiques de la tyrosine et de l'inosite qui seraient combinés entre eux avec perte d'une molécule d'eau, ce nouveau corps devra renfermer encore un troisième groupe d'atomes.

$$\underset{\text{Tyrosine.}}{C_9H_{11}NO_3} + \underset{\text{Inosite.}}{C_6H_{12}O_6} = C_{15}H_{21}NO_8 + H_2O.$$

Il résulterait donc une différence de C_6H_5N, ce qui conduit à supposer que le corps primitif renferme encore un groupe aromatique. D'après la formule celui-ci pouvait être de l'amidophénol, qui serait combiné avec les deux autres groupes avec perte d'eau.

$$\underset{\text{Tyrosine.}}{C_9H_{11}NO_3} + \underset{\text{Inosite.}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{Amidophénol.}}{C_6H_7NO} =$$

$$C_{21}H_{26}N_2O_8 + 2H_2O.$$

Pour résoudre cette question, pour savoir si cette manière de voir est exacte, j'ai étudié la décomposition de la nouvelle combinaison. Jusqu'à présent je suis arrivé aux résultats suivants : la combinaison $C_{21}H_{26}N_2O_8$ a été bouillie avec de l'acide sulfurique étendu (5-25 $^0/_0$) pendant 20 à 30 heures. Après le refroidissement le liquide a été saturé avec du carbonate de barium, et le tout évaporé jusqu'à formation d'une bouillie épaisse. Cette dernière, épuisée par de l'eau froide, a fourni une petite quantité d'une combinaison qui, après avoir été cristallisée dans l'alcool chaud, a donné les réactions de la tyrosine et de l'inosite, mais l'analyse a montré qu'elle est moins riche en carbone que la substance primitive.

C 51,44 %
H 6,38

Ces chiffres se rapprochent de la formule $C_{15}H_{21}NO_8$, combinaison correspondant à la tyrosine + de l'inosite — 1 mol. d'eau.

Le calcul donne pour la formule $C_{15}H_{21}NO_8$:

C 52,47 %
H 6,12

L'eau bouillante enlève de la bouillie la substance primitive non modifiée mélangée avec le produit de décomposition dont il vient d'être question, et qu'on ne peut qu'incomplètement séparer par cristallisation. Une partie a donné les chiffres analytiques s'accordant avec la formule $C_{21}H_{26}N_2O_8$, tandis que l'autre a donné :

C 54,40 %
H 6,44

La bouillie épuisée par l'eau froide et chaude a été traitée par un mélange d'alcool et d'éther, qui laisse après évaporation un liquide aqueux trouble duquel se séparaient d'abord des gouttelettes oléagineuses cristallisant par le refroidissement. Jusqu'à présent je n'ai pu analyser ce dernier corps, mais j'ai constaté qu'il donne avec le chlorure de platine et l'acide chlorhydrique une combinaison bien cristallisée. Il est à supposer qu'on a affaire à la troisième partie constituante ou à son dérivé.

Les recherches que je continue sur ce sujet me feront arriver, je l'espère, à connaître d'une façon plus certaine la constitution des corps mentionnés dans ce travail.

ACTION
D'UN
RAYON DE LUMIÈRE INTERMITTENT
SUR LES MATIÈRES GAZEUSES

Trad. d'un Mémoire présenté à la Société Royale le 3 janvier 1881

PAR

M. John TYNDALL F. R. S.

La Société Royale m'a déjà fait l'honneur de publier une longue série de mémoires sur les relations de la chaleur rayonnante et de la matière à l'état gazeux. Ces mémoires n'ont pas échappé à la critique. Des hommes distingués, entre autres feu le prof. Magnus et feu le prof. Buff ont repris mes expériences et sont arrivés à des résultats différents des miens.

Des expérimentateurs de mérite encore vivants se sont aussi occupés de cette question. Les plus récents[1], tout en reconnaissant l'extrême difficulté du sujet et tout en vérifiant dans les limites de leurs expériences ce que j'avais publié relativement aux gaz secs, trouvent que je suis tombé dans ce qu'ils regardent comme une erreur grave en ce qui concerne les vapeurs. Aucun de ces observateurs ne me semble s'être complètement rendu compte de la force de ma position à l'égard du but que j'avais en vue. Occupé généralement des détails, ils n'ont pas reconnu la solidité de l'ensemble de mon travail et n'ont pas pris garde que les différentes parties indépendantes de mes recherches se confirment les unes les

[1] MM. Lecher et Pernter, *Philos. Mag.* janvier 1881; *Sitzb. d. k. Acad.* Wien, juillet 1880.

autres et fournissent des vérifications générales et particulières qui sont concluantes pour moi. Néanmoins, croyant qu'il est avantageux pour eux et pour moi de soumettre ces questions à un examen nouveau, j'ai repris, il y a quelque temps, le fil de mes recherches ; les résultats seront communiqués en temps convenable à la Société royale. Mais en attendant je demande la permission de lui faire connaître un nouveau procédé pour étudier les rapports de la chaleur rayonnante et de la matière gazeuse, procédé qui m'a donné des effets singulièrement instructifs.

Après avoir travaillé quelque temps avec la pile thermo-électrique et le galvanomètre, il me vint à l'esprit que les résultats ainsi obtenus pouvaient être contrôlés par une expérience plus simple et plus directe. Plaçant les gaz et vapeurs dans des enveloppes diathermanes et les exposant à l'action de la chaleur rayonnante, la chaleur absorbée par ces différents corps devait, me semblait-il, être rendue visible par leur dilatation. J'imaginai un appareil en vue d'essayer cette idée. Mais à ce moment et avant que mon thermomètre à gaz fût construit, je fus informé des ingénieuses expériences de M. Graham-Bell dans lesquelles des sons musicaux sont obtenus par l'action d'un rayon de lumière intermittent sur des corps solides.

Dès l'abord, j'eus l'idée que ces sons singuliers étaient causés par des changements rapides de température, produisant des changements correspondants de la forme et du volume des corps frappés par le rayon. Mais s'il en est ainsi et si les gaz et vapeurs absorbent réellement la chaleur rayonnante, ils doivent produire des sons plus intenses que ceux produits par les solides. A chaque coup du rayon doit répondre une expansion subite du gaz

absorbant, et j'en conclus que si les impulsions ainsi produites se suivaient avec une rapidité suffisante, il devait en résulter une note musicale. Dès lors, par cette nouvelle méthode, plusieurs de mes anciens résultats pourraient être prouvés d'une manière indépendante. Des corps très diathermanes, pensais-je, produiraient des sons faibles, les corps très athermanes produiraient au contraire des sons forts; l'intensité du son étant en quelque sorte la mesure de l'absorption. La première expérience que je fis pour examiner cette idée fut exécutée en présence de M. Graham-Bell [1], et le résultat fut exactement ce que j'avais prévu.

Mes recherches embrassent maintenant la plupart des gaz et vapeurs étudiées dans mes premières expériences. Ma première source de rayons était une lampe de Siemens avec une machine dynamo-électrique, actionnée par un moteur à gaz. Une lentille de verre et plus tard deux lentilles concentraient les rayons, la première les rendant parallèles, et la seconde les faisant converger à une distance focale de sept pouces environ; une lame de zinc circulaire munie d'abord de fentes rayonnantes, et plus tard de dents découpées, était montée sur un tour et tournait rapidement à travers le rayon, près du point focal. Le passage des fentes produisait l'intermittence désirée et un flacon contenant le gaz ou la vapeur à étudier recevait les chocs du rayon immédiatement derrière le disque [2]. De la bouteille partait un tube de caoutchouc,

[1] Le 29 nov. : Voir *Journal of the Soc. of Telegraph Engineers*, du 8 déc. 1880.

[2] Quand le disque tourne, les fentes disparaissent, formant une zone trouble à travers laquelle on peut voir les objets. Si l'on renvoie avec la main ou avec un papier blanc les rayons sur le disque, celui-ci paraît immobile, les fentes formant autant de rectangles

terminé par un bout conique en ivoire ou en buis, aboutissant à l'oreille : on pouvait ainsi percevoir le moindre son produit dans la bouteille. Cet arrangement est fort imparfait en comparaison du bel appareil de M. Graham-Bell, mais il s'est montré suffisant.

Par ce procédé, le nombre des gaz et vapeurs susceptibles de rendre un son s'est rapidement accru, mais je m'aperçus bientôt que les lentilles de verre enlevaient au rayon ses portions les plus efficaces; je recourus alors aux miroirs argentés que j'avais employés dans mes précédentes recherches, et en les faisant agir tantôt seuls, tantôt comme miroirs conjugués, j'obtins les effets curieux et frappants que j'ai maintenant l'honneur de soumettre à la Société.

Des éthers sulfurique, formique et acétique étant placés dans des ballons[1], leurs vapeurs se répandaient bientôt dans l'air qui surmontait le liquide. En mettant ces flacons, dont le fond seulement était couvert par le liquide, derrière le disque tournant, de manière à faire passer le rayon intermittent à travers la vapeur, on obtenait dans les trois cas des sons intenses. On sait que ce

sombres. La raison en est évidente, mais l'expérience est très saisissante.

J'ajouterai que lorsque je me tenais les yeux ouverts dans le rayon intermittent, pour une certaine rapidité d'intermittence, je voyais des couleurs subjectives d'une beauté extraordinaire, qui disparaissaient pour une vitesse de rotation plus grande ou plus petite. Les variations du rayon produisaient aussi un vertige parfois assez fort pour me forcer à me tenir à la table.

[1] J'ai employé des flacons mesurant de 3/4 de pouce à 8 pouces de diamètre. Les plus petits, dont le col avait environ 1/8 de pouce de diamètre intérieur, ont donné de meilleurs résultats que les plus gros. Des flacons de 2 à 3 pouces vont bien, il en est de même de simples tubes à essais.

sont les vapeurs les plus absorbantes que j'ai rencontrées jusqu'ici.

Le chloroforme et le sulfure de carbone sont d'autre part, comme on le sait, les moins absorbants, ce dernier se plaçant près des vapeurs diathermanes. Les sons produits par ces deux substances furent en général faibles et quelquefois à peine perceptibles; ils étaient plus faibles avec le sulfure de carbone qu'avec le chloroforme.

Pour les vapeurs de l'amylène, des iodures d'éthyle et de méthyle et du benzol, leur faculté de produire des sons m'a semblé être, toutes choses égales d'ailleurs, exactement représentée par leur pouvoir d'absorption pour la chaleur rayonnante.

C'est la vapeur et non le liquide qui est susceptible de produire des sons. Prenant par exemple les bouteilles dans lesquelles je tiens habituellement mes substances volatiles, je faisais tomber le rayon sur les liquides qu'elles contenaient. Dans aucun cas il ne se produisit de son, tandis que, à l'instant où le rayon traversait l'espace chargé de vapeur qui surmontait le liquide, les sons musicaux se faisaient entendre.

Une cellule de sel gemme entièrement remplie d'un liquide volatil et mise sur le passage du rayon ne produisait aucun son. Cette cellule était circulaire et fermée au sommet. Une fois, en opérant avec une substance très athermane, j'entendis une note musicale distincte. Mais en examinant la cellule, je découvris une petite bulle au sommet. La bulle avait moins d'un quart de pouce de diamètre, mais était encore suffisante pour produire des sons perceptibles. Quand la cellule était complètement remplie, les sons disparaissaient.

Il est à peine nécessaire de dire que l'acuité de la note

obtenue dans chaque cas est déterminée par la vitesse de rotation du disque.

C'est la même note que l'on obtient en soufflant contre le disque tournant et en faisant agir les fentes comme les ouvertures d'une syrène.

Ainsi, en ce qui concerne les vapeurs, mes prévisions ont été justifiées par l'expérience. J'arrive maintenant aux gaz.

Un petit flacon, préalablement chauffé à la lampe à alcool de façon à enlever toute humidité de ses parois, fut rempli soigneusement d'air sec. Dans le rayon intermittent il produisit une note musicale, mais si faible qu'on ne l'entendait qu'avec beaucoup d'attention. L'oxygène et l'hydrogène secs se comportent comme l'air sec. Ceci est d'accord avec mes expériences précédentes qui assignaient à ces gaz une absorption à peine sensible. En remplaçant l'air sec par de l'acide carbonique, le son était beaucoup plus fort que celui d'aucun des gaz simples; en remplaçant l'acide carbonique par de l'oxyde nitreux, le son augmentait encore, et quand l'oxyde nitreux était remplacé par du gaz oléfiant, on obtenait un son qui, lorsque le rayon était en bonne condition et le flacon bien choisi, semblait aussi fort que celui d'un tuyau d'orgue ordinaire [1].

Nous retrouvons ici l'ordre exact dans lequel mes premières expériences avaient classé ces gaz au point de vue de leur absorption pour la chaleur rayonnante. Le pouvoir d'absorption et l'intensité du son varient parallèlement.

Une bulle de savon soufflée avec de l'oxyde nitreux ou du gaz oléfiant et exposée au rayon intermittent ne produisait aucun son de quelque manière qu'on fît varier sa

[1] Avec des miroirs conjugués on obtient facilement les sons avec le gaz oléfiant à une distance de 20 yards de la lampe. J'espère arriver à produire ces effets avec la flamme d'une bougie.

grosseur; les impressions évidemment se dépensaient sur l'enveloppe flexible qui les transmettait à l'air extérieur.

Mais une membrane aussi sensible aux impulsions de sa surface intérieure, doit être au moins également sensible aux vagues sonores qui la frappent du dehors. C'est pourquoi les bulles de savon jouent parfaitement le rôle de lentille à l'égard du son. Plaçant une flamme sensible à quelques pieds de distance d'une petite tige vibrante, je réglais la pression de manière à la faire brûler tranquillement.

Une bulle d'oxyde nitreux (poids spécifique 1,527) était alors placée devant la tige.

La flamme tombait immédiatement en grondant, et persistait dans son agitation tant que la lentille restait à sa place. En donnant un mouvement d'oscillation à la bulle de façon à la faire aller et venir devant la tige, la flamme répondait en grondant et en restant immobile alternativement à chaque passage de la bulle. L'oxyde nitreux est préférable pour cette expérience à l'acide carbonique qui détruit rapidement l'enveloppe.

Je changeai la pression de manière à obtenir une vive agitation de la flamme en faisant vibrer la tige. Par l'interposition d'une bulle d'hydrogène (poids spécifiq. 0,069) la flamme fut immédiatement calmée. L'oreille donne le même résultat que la flamme.

En 1859 j'ai montré que l'ammoniaque gazeuse est très opaque pour la chaleur rayonnante. Il était donc fort intéressant pour moi de la soumettre à cette nouvelle épreuve. Mettant une petite quantité d'ammoniaque liquide dans un des flacons et chauffant légèrement, je fis passser le rayon intermittent au-dessus du liquide. Il se produisit aussitôt une note musicale intense. On peut toujours augmenter les sons en chauffant convenablement le liquide;

mais la température ordinaire suffit dans tous les cas auxquels je fais allusion.

La vapeur d'eau était dans cet ordre d'idées ce qui m'intéressait le plus, et, ne pouvant espérer qu'à la température ordinaire, il s'en trouvât une quantité suffisante pour produire des sons perceptibles, je chauffai presque au point d'ébullition une petite quantité d'eau dans un flacon; le plaçant dans le rayon intermittent, j'obtins, à ma vive satisfaction je l'avoue, un son intense produit par les vapeurs aqueuses.

Cependant dans cette expérience on pouvait voir quelques petits nuages dus à la condensation de la vapeur dans l'air supérieur plus froid, et il était nécessaire de s'assurer que ce brouillard n'était pas la cause du son. Le flacon fut donc chauffé au delà de la température de l'eau bouillante. L'examen le plus attentif avec un rayon de lumière intense ne révéla aucune trace de nuage au-dessus du liquide. Cependant le son sortit de cette vapeur parfaitement invisible plutôt plus fort que précédemment. Je mis le flacon dans l'eau froide jusqu'à ce que la température fût réduite de 90° à 10° C., m'attendant à ce que le son s'évanouirait complètement; mais malgré la ténuité de la vapeur, j'obtins un son distinct et même fort.

Trois flacons vides, remplis d'air ordinaire furent mis dans un mélange réfrigérant pendant un quart d'heure, puis portés rapidement dans le rayon intermittent, il se produisit des sons beaucoup plus forts que ceux que donne l'air sec.

En chauffant ces flacons jusqu'à disparition de toute trace d'humidité visible, et en y faisant ensuite passer de l'air desséché, je trouvai dans tous les cas que le son était devenu presque imperceptible.

En soufflant avec un tube de verre dans un des flacons

desséchés, le pouvoir de produire des sons reparaissait immédiatement. Il en était de même quand, au lieu de souffler, on se contentait de laisser rentrer dans la bouteille l'air du laboratoire. Je ne m'attendais aucunement à l'extraordinaire sensibilité de ce nouveau moyen d'éprouver l'absorption des gaz et vapeurs, et il ne peut être que très satisfaisant pour moi de voir la vapeur d'eau, dont l'action sur la chaleur rayonnante avait été si obstinément niée, manifester ainsi son vrai caractère d'une façon indubitable.

D'après ce que nous venons d'établir pour la vapeur d'eau, nous pouvons nous attendre à ce qu'une très faible proportion d'un gaz athermane répandu dans l'air suffise pour augmenter les sons. Une observation accidentelle le confirmera. Une bouteille fut remplie d'oxyde de carbone et tenue le fond en l'air dans le rayon intermittent; les sons se produisirent avec une intensité correspondant au pouvoir absorbant connu du gaz. Le flacon fut ensuite redressé et placé tout ouvert sur une table pendant près d'une heure. Le remettant dans le rayon, j'obtins des sons bien plus forts qu'avec l'air ordinaire [1].

Lorsqu'on transporte un petit ballon ou un tube à essais d'un endroit froid dans le rayon intermittent, on le trouve quelquefois silencieux pendant un moment, après quoi les sons deviennent distincts. Je pense que cela est dû à la vaporisation par le rayon de la faible couche d'humidité adhérente au verre.

Mes expériences précédentes m'ayant convaincu de la généralité de la loi que les liquides volatils et leur vapeur absorbent les mêmes rayons, il m'a semblé probable que

[1] Ce procédé est sans doute applicable pour déceler de faibles quantités de grisou dans les mines.

l'interposition d'une lame mince et liquide arrêterait les rayons efficaces et par conséquent étoufferait les sons mêmes pour les vapeurs les plus absorbantes. L'expérience a vérifié cette conclusion. Une couche d'eau, d'éther formique, sulfurique ou acétique, épaisse de $^1/_8$ de pouce rend le rayon transmis incapable de produire aucun son musical. Ces liquides étant transparents pour la lumière, les rayons interceptés doivent être ceux de la chaleur rayonnante.

Une couche de sulfure de carbone environ 10 fois plus épaisse, rendue opaque par de l'iode dissous, interposée sur le trajet du rayon intermittent, produit à peine un affaiblissement des sons des vapeurs les plus actives, nouvelle preuve que ce qui agit ici, ce sont les rayons invisibles pour lesquels la dissolution d'iode est si transparente.

J'ai transformé en réservoir thermométrique un des petits ballons employés dans les expériences précédentes et je l'ai rempli successivement de divers gaz; avec ceux de ces gaz qui produisaient peu de son, le déplacement de la colonne thermométrique liée à ce réservoir était faible et lent, tandis qu'il était rapide et considérable pour les gaz qui produisent des sons intenses.

Nouvelles expériences.

(Communiqué le 10 janvier 1881.)

Depuis la présentation de la note précédente le 3 janvier, j'ai continué mes essais, et une connaissance plus parfaite du sujet n'a servi qu'à confirmer mon opinion sur l'intérêt et l'importance qu'il présente.

Tous les résultats décrits dans ma première communication ont été obtenus d'une manière très nette avec une batterie de soixante couples de Grove.

Le 4 janvier, je pris pour source lumineuse un cylindre de chaux incandescente qui, moyennant des précautions suffisantes pour qu'il ne se fendille pas, éclaire avec une constance admirable et sans aucun bruit. Je remplaçai aussi mon miroir par un autre de foyer plus court, qui permettait d'opérer plus près de la source des rayons. Avec ce nouveau réflecteur les vapeurs acquirent une sonorité beaucoup plus grande.

Un meilleur dispositif me semblait devoir obtenir ces sons avec beaucoup moins d'intensité de lumière, et je substituai à la chaux une simple bougie. Reçue et renvoyée par le miroir, la chaleur rayonnante de la chandelle produisit des sons perceptibles dans toutes les vapeurs un peu absorbantes. Mettant de côté le miroir et plaçant la bougie près du disque, ses rayons directs donnèrent aussi des sons perceptibles. Un charbon rouge, un poker porté au rouge me donnèrent des sons intenses, et en laissant la bouteille à sa place derrière le disque, on obtint des alternatives curieuses de sonorité et de silence en enlevant et replaçant successivement le poker.

La température du fer s'étant abaissée assez pour qu'il n'émît plus de rayons visibles, les rayons de chaleur obscure agirent encore ; la température continuant à s'abaisser, le son diminua également graduellement et continuellement, et lorsqu'il cessa d'être perceptible la température du fer était devenue inférieure à celle de l'eau bouillante.

Comme on pouvait le prévoir par les essais qui précèdent, une spirale incandescente de platine, avec ou sans miroir, produisit les mêmes effets ; les sons étaient encore distincts, quoique affaiblis, quand on réduisait la batterie de dix couples à trois.

Je m'étais égaré en 1859 en négligeant l'influence de

la vapeur d'eau, mais j'avais découvert mon erreur avant de publier mes résultats. Cette fois-ci cette substance qui existe partout devait aussi entrer en ligne de compte. Quatorze flacons de diverses grandeurs au fond desquels était un peu d'acide sulfurique, furent fermés avec des bouchons ordinaires et laissés dans le laboratoire du 23 décembre au 4 janvier. Essayés alors dans le rayon intermittent, la moitié donnaient de faibles sons, mais les autres ne résonnaient pas. Ces sons étaient dus sans doute, non à l'air sec, mais à de faibles traces de vapeur d'eau.

Une bouteille ordinaire contenant de l'acide sulfurique pour l'usage du laboratoire, reliée à l'oreille et placée dans le rayon intermittent, donnait un son faible mais distinct. Cette bouteille avait été ouverte deux ou trois fois dans la journée, et sa sécheresse avait ainsi été altérée par l'introduction d'une petite quantité d'air ordinaire. Une seconde bouteille semblable, dans laquelle il y avait eu de l'acide sulfurique pendant plusieurs jours sans qu'on l'ouvrît, fut placée dans le rayon, l'air sec audessus du liquide était absolument silencieux.

Le soir du 7 janvier, le professeur Dewar me remit quatre flacons préparés comme suit : dans le premier on mit un peu d'acide sulfurique concentré ; dans le second quelques morceaux de chlorure de calcium fondu, dans le troisième un peu d'acide sulfurique de Nordhausen ; dans le quatrième enfin de l'anhydride phosphorique. Ils furent fermés avec de bons bouchons de caoutchouc et laissés tranquilles pendant la nuit. Essayés après douze heures, tous donnaient un faible son, celui du dernier flacon étant le plus fort. Essayés de nouveau six heures après, le son avait disparu des trois premiers, celui contenant l'anhydride phosphorique donnait seul quelque chose.

En soufflant dans un flacon plein d'acide sulfurique on rétablit instantanément la sonorité, qui persiste alors pendant un temps considérable. Lorsqu'on mouille l'intérieur de la bouteille avec l'acide sulfurique on affaiblit toujours le son, quelquefois on le fait complètement disparaître. Une boule de moins d'un pouce cube de volume et contenant un peu d'eau refroidie dans la glace fondante produit des sons très distincts. En le chauffant dans la flamme d'une lampe à alcool, le son augmente beaucoup. A la température d'ébullition, il prend une intensité extraordinaire [1].

Ces résultats sont d'accord avec ceux que j'ai obtenus il y a près de dix-neuf ans, soit pour l'air soit pour la vapeur d'eau. Ils sont en désaccord complet avec ceux d'autres observateurs, qui ont assigné une absorption nulle à la vapeur d'eau.

L'action de la vapeur d'eau étant ainsi établie, il devient évidemment nécessaire de dessécher complètement les ballons avant d'essayer les autres substances. J'y ai réussi de la manière suivante. Chaque ballon est d'abord chauffé dans la flamme à alcool jusqu'à ce que toute trace visible d'humidité intérieure ait disparu, et porté à la température d'environ 400° C., puis l'on y introduit un tube de verre et l'on y fait passer pendant le refroidissement, de l'air dépouillé d'acide carbonique par de la potasse caustique et de vapeur d'eau par l'acide sulfurique. En y adaptant le tube qui conduit à l'oreille et en l'exposant immédiatement au rayon intermittent, l'attention de l'oreille, si je puis dire, est fixée sur la bouteille. Quand l'expérience est soigneusement faite, l'air sec se

[1] Dans des boules semblables, on peut concentrer même les vapeurs de sulfure de carbone de manière à obtenir des sons d'une intensité considérable.

trouve aussi incapable de produire un son que d'absorber la chaleur rayonnante.

En 1868, j'ai déterminé l'absorption d'un grand nombre de liquides dont je n'examinai pas les vapeurs. Mes expériences ayant surabondamment prouvé le parallélisme de l'absorption des liquides et de leurs vapeurs, je regardais comme positif, il y a douze ans, que les vapeurs de cyanure d'éthyle et d'acide acétique se montreraient douées d'un grand pouvoir absorbant. Cette conclusion est facile à vérifier maintenant. Une petite quantité de l'une de ces deux substances, placée dans une boule d'un pouce cube, chauffée et exposée au rayon intermittent émet un son extrêmement intense.

J'ai aussi essayé de tirer des sons des parfums, que j'avais montré, en 1861, être d'excellents absorbants de la chaleur rayonnante. Je me borne ici aux vapeurs de patchouli et de cassia; l'absorption de la première étant mesurée par 30, celle de la seconde par 109. Placées dans des flacons secs et légèrement chauffées, elles donnent toutes deux des sons, mais ceux du cassia sont beaucoup plus forts que ceux du patchouli.

Il y a bien des années j'ai montré que le tétrachlorure de carbone est excessivement diathermane. Son pouvoir sonore est aussi faible que son pouvoir d'absorption.

Le gaz des marais a un intérêt spécial au point de vue des explosions de houillères. Le professeur Dewar a eu la bonté de m'en fournir un échantillon pur. Il donnait des sons très intenses dans le rayon intermittent.

Le chlorure de méthyle liquide, qui bout à la température ordinaire, versé dans une petite bouteille, en chasse rapidement l'air et donne ensuite un son pareil à celui du gaz des marais.

Le poids spécifique du gaz des marais étant environ

moitié de celui de l'air, on pouvait supposer que la bouteille qui le contenait, laissée ouverte et placée debout, en serait bientôt débarrassée. Il n'en est point ainsi cependant. Après un temps considérable la couche de gaz adhérente à la surface intérieure du verre était susceptible de produire des sons très forts.

Un peu de brome liquide étant versé dans un flacon bien desséché, sa vapeur diffuse rapidement dans l'air placé au-dessus et donne dans le rayon intermittent un son assez fort. Cela semble contraire à mes premières expériences, qui assignaient au brome un pouvoir absorbant très faible ; mais cette détermination avait été faite avec de la chaleur obscure, tandis qu'ici j'employais les radiations en partie lumineuses de la chaux incandescente. La couleur de la vapeur du brome prouve qu'elle absorbe énergiquement les rayons lumineux, et je pensai que c'était ceux-ci qui, se transformant subitement en chaleur thermométrique dans la vapeur de ce corps, donnaient naissance aux sons que j'avais entendus.

Je plaçai donc un flacon de verrre vide entre le disque tournant et le ballon contenant le brome. Ces sons continuèrent. Je remplis le flacon de sulfure de carbone transparent, les sons se produisirent encore. Alors je remplaçai ce sulfure transparent par une solution saturée d'iode dans le même liquide. Cette solution arrête la lumière en laissant passer les rayons calorifiques ; les sons cessèrent immédiatement.

De l'iode vaporisé par la chaleur dans une petite bouteille produisait un son assez fort, peu modifié par l'interposition du bisulfure de carbone transparent, mais complètement étouffé par la dissolution d'iode. J'aurais d'ailleurs pu prévoir que les rayons transmis par l'iode

liquide le seraient également par sa vapeur, et par suite ne pourraient être transformés en son [1].

Pour compléter la démonstration : tandis que le flacon de brome résonnait dans le rayon intermittent, j'interposai une dissolution concentrée d'alun, et je ne constatai d'affaiblissement sensible ni pour la vapeur de brome ni pour celle de l'iode.

Dans ces expériences les rayons de la chaux convergeaient sur un point situé un peu au delà du disque tournant. Dans la suivante ils étaient rendus parallèles par le miroir, puis convergents par une lentille de glace. Au foyer de la lentille de glace on obtenait les sons avec le brome et avec la vapeur d'iode. On les obtenait aussi quand le rayon avait traversé successivement la lentille de glace et la solution d'alun.

Avec un dispositif très grossier, j'ai pu entendre les sons des substances les plus actives à une distance de 100 pieds de la source de lumière.

Plusieurs vapeurs autres que celles que j'ai mentionnées dans cet extrait ont été examinées et ont toutes produit des sons. Les vapeurs de tous les composés liquides se montreront sans doute capables d'en produire dans le rayon intermittent, et comme je doute qu'il existe dans la nature une substance complètement diathermane, il me paraît probable qu'on obtiendra ces sons avec les vapeurs de tous les corps élémentaires y compris les gaz simples.

[1] J'emploie intentionnellement cette manière de parler.

REVUE GÉOLOGIQUE SUISSE

POUR L'ANNÉE 1880

PAR

M. ERNEST FAVRE

Cette revue est divisée, comme les précédentes, en deux parties : la première comprend l'examen des descriptions géologiques et des recherches relatives à la composition des roches, à la géologie dynamique, etc.; la seconde traite des travaux relatifs aux terrains, des formations les plus anciennes jusqu'aux dépôts actuels.

Nous devons à M. Falsan [1] une notice sur la vie et les travaux d'Ébray (1823-1879), dont la carrière scientifique, commencée en France, s'est terminée dans la Savoie et en Suisse, contrées auxquelles il a consacré ses dernières années d'étude. Cette notice renferme la liste complète des publications de ce savant.

I. Descriptions géologiques, roches, géologie dynamique, etc.

Descriptions géologiques.

M. A. Jaccard [2] a fait paraître un manuel de géologie

[1] Falsan, Notice sur la vie et les travaux de Ch.-H.-Th. Ébray. *Mém. Acad. sc.*, Lyon, 1880, XXIV.

[2] Jaccard, Notions élémentaires de géologie, I. Locle, 1881.

élémentaire; la première partie est consacrée aux notions générales, aux roches, fossiles, etc.; la seconde, à la géologie stratigraphique; la troisième, à un résumé de l'histoire du globe. La plupart des exemples donnés dans l'étude des terrains sont tirés de notre pays et spécialement du Jura et de la plaine suisse. Ce travail renferme aussi dans un ordre méthodique plusieurs des coupes géologiques les plus intéressantes de cette région. L'auteur nous annonce pour l'année prochaine un deuxième volume traitant de la géologie appliquée. Cet ouvrage sera certainement utile aux élèves et aux amateurs, et il comble une lacune qui existait dans les publications scientifiques de notre pays.

ALPES. *Versant nord.* M. RENEVIER[1] a publié une orographie des massifs des Diablerets et du Wildhorn, dans les Alpes vaudoises, pour servir d'itinéraire aux excursions du Club Alpin. Ce travail renferme, à son point de vue spécial, beaucoup de renseignements sur la forme et la hauteur des montagnes et contient aussi de nombreux documents géologiques; on y trouvera une courte description des terrains de cette région, l'énumération des gisements fossilifères et un résumé de la constitution géologique de chacune des chaînes.

M. E. DE FELLENBERG[2] a continué la publication du récit de ses excursions dans les hautes Alpes bernoises et valaisannes; les documents géologiques dispersés dans ces pages seront bientôt, nous l'espérons, livrés ailleurs au public sous une forme plus scientifique.

[1] Renevier, Orographie de la partie des hautes Alpes calcaires comprise entre le Rhône et le Rawyl. *Itinéraire du S. A. C. pour 1880-1881.*

[2] E. von Fellenberg, Geologische Wanderungen im Rhonegebiet, 1878 und 1879. *Jahrb. S. A. C.* 1880, 268.

Le même auteur[1] a résumé ses observations sur le massif du Finsteraarhorn (Rev. pour 1879, 85), et M. Lory a exposé de nouveau à cette occasion sa théorie sur le soulèvement des masses centrales, théorie à laquelle M. Renevier ne peut se rallier entièrement.

M. Rothpletz[2] a fait une étude des formations anciennes du flanc oriental du Tödi à propos d'une flore carbonifère qu'il a découverte dans cette région. Nous analyserons plus loin les intéressants résultats auxquels il est arrivé.

Nous avons signalé (Rev. pour 1879, 88) un mémoire dans lequel M. Vacek conteste l'exactitude des observations d'Escher et de M. Heim sur le double pli des Alpes glaronaises et n'admet pas l'existence du pli septentrional déjeté vers le sud. M. Heim[3] a répondu en maintenant l'exactitude de ses observations. Il constate entre autres qu'on ne trouve nulle part les traces de la faille supposée par M. Vacek, et que l'on ne peut rapporter, comme le voudrait ce géologue, à une époque plus ancienne que celle du verrucano, des schistes qui présentent des intercalations très nombreuses de couches remplies de nummulites. M. Vacek[4] a défendu son opinion.

Saint-Gothard. M. Stapff[5] a publié une coupe à

[1] *Session de la Soc. helv. des Sc. nat., Archives*, 1880, IV, 387.

[2] Rothpletz, Die Steinkohlenformation und deren Flora an der Ostseite des Tödi. *Mém. soc. paléont. suisse,* 1879, VI.

[3] Heim, Ueber die Glarner Doppel-Falte. *Verhandl. d. k. k. geol. Reichsanst.*, 1880, 155.

[4] Vacek, Erwiederung auf die Mittheilung des H. Prof. Heim. *Ibid.*, 189.

[5] Stapff, Geologisches Profil des S. Gotthard in der Axe des grossen Tunnels. *Appendice aux rapports publiés par le Conseil fédéral*, 1880.

1 : 25000 du massif du Gothard, d'après les observations faites à la surface de la montagne et dans l'intérieur du tunnel[1]. Il y a joint une description détaillée des roches et de leur disposition. On sait que la galerie traverse : 1° une partie du massif du Finsteraarhorn ; 2° la vallée d'Ursern; 3° le massif du Gothard ; 4° le flanc du nord de la vallée du Tessin. L'auteur signale d'abord les caractères extérieurs, les phénomènes superficiels, l'action de l'érosion, les glaciers actuels et les vestiges de leur ancienne extension ; il passe ensuite à l'étude géologique de chaque région.

La roche du massif du Finsteraarhorn (0—2010^{m} de l'entrée du tunnel du côté nord) est un granit gneissique dont les éléments constitutifs sont l'orthoclase, la plagioclase, le quartz vitreux, un mica magnésien, ferrugineux, noir-verdâtre, un mica potassique blanc ; les éléments accessoires sont la titanite, le fer magnétique, l'amphibole, l'épidote, la pyrite ; les feldspaths y sont plus abondants que le quartz. La structure en est tout à fait granitoïde, la couleur blanche, la densité 2,68. On y trouve des intercalations de roche plus gneissique, de gneiss œillé, de gneiss gris. Cette roche prédomine entre 1100 et 1525^{m} et contient des bancs d'eurite et de micaschiste. L'eurite constitue une partie notable de la roche près de l'extrémité du massif. Parmi les minéraux cristallisés qui ont été recueillis, on n'a reconnu ni rutile, ni fer oligiste, ni l'acide carbonique liquide disséminé dans des pores microscopiques des cristaux, trois éléments qui se retrouvent dans les roches du mas-

[1] La longueur du tunnel est de 14920^{m} ; l'ouverture nord est à 1109^{m} au-dessus de la mer ; l'ouverture sud à 1145 ; le point culminant à 1154^{m},60 et le tunnel a une pente de 5,82 ‰ du côté nord et de 1 à 2 ‰ du côté sud.

sif du Gothard. La régularité de la structure est souvent troublée par des failles ou des cassures, surtout dans la région du gneiss gris; mais on ne constate pas dans ce massif les fissures et les fentes remplies d'argile qui sont si abondantes dans le Gothard.

Le pli d'Ursern (2010—4325m à partir de l'entrée nord du tunnel) présente des roches beaucoup plus variées. Il n'est pas simple, mais il est compliqué, comme le montre la coupe, de plusieurs plis secondaires (Rev. pour 1879, 91). Le centre en est occupé à Altekirch par des cipolins qui sont la roche la plus récente; on y a reconnu des traces organiques; ils sont probablement d'époque jurassique, tandis que les schistes noirs qui les accompagnent appartiennent au lias et à des terrains plus anciens. Au pli qu'ils forment en correspond, plus au sud, un autre, où se trouvent des schistes qui paraissent être un équivalent des cipolins et sont flanqués comme eux de schistes noirs. Ces roches sont enveloppées de gneiss d'Ursern avec des couches quartzeuses et vertes qui forment les deux bords du pli et réapparaissent au centre de manière à prendre la forme d'un ω. La disposition générale est du reste compliquée par beaucoup de plis secondaires, de failles et de cassures.

Le massif du Gothard (4325—11742m à partir de l'entrée nord du tunnel) est formé de deux catégories principales de roches, la serpentine et des roches gneissiques auxquelles sont subordonnées des roches amphiboliques. Les gneiss contiennent trois espèces de mica parmi lesquelles le mica magnésien brun est le plus abondant; l'orthoclase est le plus répandu des feldspaths, mais la plagioclase se trouve partout; le quartz est l'élément prédominant; les éléments accessoires sont le grenat, l'amphibole, l'épidote, la tourmaline, le fer magnétique,

la pyrite, etc.; le spath calcaire se montre comme produit de décomposition. Ces roches varient des micaschistes aux gneiss dont le mieux caractérisé est celui de Sella; il passe soit au gneiss micacé, soit à celui de la Fibbia (granit du Gothard), remarquable par ses grands cristaux d'orthoclase. Le gneiss micacé ordinaire, qui forme la majeure partie du massif et qui constitue la Gurschenalp, le Guspisthal et l'Alpe di Sorescia, se distingue par une abondance plus grande de mica et le retrait du feldspath. Ces roches sont riches en minéraux. La serpentine a seulement été observée dans le tunnel entre 4870 et 5310^{m}; on y trouve des filons de micaschiste et de porphyre.

Abstraction faite de la serpentine, les roches du Gothard se rapprochent beaucoup plus de celles du pli d'Ursern que celles du Finsteraarhorn. Le gneiss de Sella passe à celui d'Ursern par une transition insensible; les éléments accessoires, les minéraux des géodes et des filons, semblables dans les deux premiers, sont généralement distincts de ceux du dernier.

La structure en éventail de ce massif est beaucoup plus régulière sur le versant sud que sur le versant nord; un coup d'œil jeté sur la belle coupe de M. Stapff montre combien de perturbations locales, cassures, failles, glissements, sont venues détruire l'harmonie de cette disposition. Toutes ces fentes et dislocations convergent vers le centre du massif. Elles ont produit, comme dans la vallée d'Ursern, des déformations dans les couches, des plis et des brèches de friction.

Les roches du Gothard sont des terrains sédimentaires métamorphiques qui se lient sans interruption aux terrains plus récents des plis du Tessin et d'Ursern. M. Stapff a remarqué une correspondance remarquable entre les bancs de roches amphiboliques des deux ver-

sants, ainsi qu'entre les roches grenatifères et tourmalinifères. Les couches de ce massif ramenées à l'horizontale auraient une épaisseur de 5 kilomètres.

Dans le pli du Tessin (0—3178^m de l'entrée sud du tunnel), les 37 premiers mètres sont constitués par des terrains quaternaires qui se terminent brusquement à une paroi de dolomie, à partir de laquelle on a la coupe suivante :

37-90^m	Dolomie.
90-1142^m	Micaschiste grenatifère gris.
1142-1833^m	Micaschiste grenatifère vert et noir.
1833-3178^m	Micaschiste petrosiliceux, roches amphiboliques; micaschiste vert.

La première de ces roches, associée à de la cargneule, à des micaschistes calcaires et à un banc de quartzite, est bien définie; les trois autres groupes passent de l'un à l'autre et les divisions données n'indiquent que la roche principale, chaque variété de roches se rencontrant dans les diverses subdivisions; le feldspath devient plus abondant dans les couches profondes; le calcaire se trouve partout; le mica magnésien, rare dans le premier groupe, est plus abondant dans les derniers; les minéraux accessoires peuvent servir à établir quelques subdivisions. Ces roches, sans être identiques à celles du pli d'Ursern, ont cependant avec elles certaines analogies qui suffisent pour établir un parallélisme : les cipolins d'Altekirch correspondent à la dolomie du Tessin; les schistes à séricite au micaschiste grenatifère gris; le gneiss d'Ursern avec ses schistes verts et quartzeux aux micaschistes petrosiliceux avec ses couches amphiboliques, ses micaschistes verts et ses schistes quartzeux; le schiste noir de la route de l'Oberalp aux schistes noirs grenatifères (schistes des Nuffenen). Cet ensemble représenterait donc aussi dans la vallée du Tessin les terrains sédimentaires du jurassique au carbonifère. Leur épaisseur est de 3350^m. Les couches

plongent sous le Gothard avec une courbure marquée, leur inclinaison étant plus grande à la surface que dans le tunnel; on n'y constate que peu de fractures.

Le pli du Tessin a plus de minéraux communs avec le massif du Gothard que celui d'Ursern, et ces trois régions en ont beaucoup qui manquent au massif du Finsteraarhorn. La tabelle suivante indique leur répartition et montre que sur trente-deux minéraux, neuf, soit 28 %, se trouvent dans les quatre régions :

	Pli du Tessin	Gothard	Pli d'Ursern	Finster-aarhorn	
	+	+	+	+	Pyrite de fer.
	+	+	+	+	Quartz.
	+	+	+	+	Carbonate de chaux.
	+	+	+	+	Apatite.
9	+	+	+	+	Chlorite.
	+	+	+	+	Adulaire.
	+	+	+	+	Mica.
	+	+	+	+	Epidote.
	+	+	+	+	Titanite.
	+	+	+	..	Pyrite magnétique.
4	+	+	+	..	Fer oligiste.
	+	+	+	..	Rutile.
	+	+	+	..	Gypse.
	+	+	..	..	Fer limoneux ? (braunspath).
3	+	+	..	..	Amianthe.
	+	+	..	..	Albite.
1	..	+	..	+	Molybdénite.
1	..	..	+	+	Fluorite.
1	..	+	+	..	Pyrite arsénicale.
1	..	..	..	+	Apophyllite.
	..	+	..	..	Blende.
	..	+	..	..	Marcasite.
5	..	+	..	..	Anatase.
	..	+	..	..	Desmine.
	..	+	..	..	Zéolite (en aiguilles).
	+	..	..	..	Or.
	+	..	..	..	Pyrite de cuivre.
	+	..	..	..	Fer magnétique.
7	+	..	..	..	Aragonite.
	+	..	..	..	Fer carbonate.
	+	..	..	..	Disthène.
	+	..	..	..	Tourmaline.
	23	23	15	12	TOTAL.

Ainsi le massif du Gothard est formé d'une série de sédiments métamorphiques qui se juxtaposent aux couches aussi métamorphiques des plis correspondants d'Ursern et du Tessin. L'épaisseur totale de ces formations est de $8^{kil.}$,35. L'accumulation primitive des sédiments devait avoir une épaisseur de 15 kil. environ. Du côté d'Andermatt, la mer a été probablement moins profonde que du côté d'Airolo, et cette différence explique les variations dans la nature des roches qu'on peut aussi attribuer à l'action plus ou moins profonde du métamorphisme. Le granit du Finsteraarhorn doit appartenir à un horizon encore plus ancien que celui du Gothard. Il manque par conséquent entre lui et le pli d'Ursern des couches dont on trouve des représentants aux environs d'Amsteg; leur disparition date probablement du soulèvement du premier de ces massifs. Celui du Gothard n'a pris sa forme actuelle qu'à une époque plus récente.

Le travail de M. Stapff se termine par un tableau comparatif des coupes données par MM. Sismonda, Stoppani et Giordano en 1865, Giordano en 1872, de Fritsch en 1873 et ses propres observations en 1880. Je résume ici seulement ces dernières indications :

Granit gneissique, y compris une intercalation de gneiss de 417^m et 11^m de roche de contact.		2010^m
Gneiss d'Ursern; intercalations de gneiss gris, verdâtre et quartzeux....................	1520	
Cipolin et schistes noirs	205	
Gneiss à séricite avec bande de micaschiste calcaire et de schiste noir................	465	
Schiste noir de la route de l'Oberalp........	125	2315
Gneiss micacé (du Gurschen, etc.) avec couches de micaschistes (Glockenthurmli 100^m), gneiss (gneiss de Sella 950^m), gneiss amphibolique et amphibolite (480^m), serpentine (440^m) et gneiss quartzifère		7417

Micaschiste petrosiliceux avec schistes verts, roches amphiboliques et micaschistes calcaires.	1345	
Micaschiste petrosiliceux, micaschiste grenatifère avec couches de schistes quartzifères et de micaschiste grenatifère noir; amphibolite.	691	
Micaschiste grenatifère gris avec schiste quartzifère, micaschiste calcaire, et minces bancs d'amphibolite, plus 83^m de cargneule et terrain morainique........................	1142	3178
		14920^m

M. Giordano[1] a résumé le mémoire de M. Stapff sur le Gothard et a reproduit l'intéressante coupe donnée par ce géologue. Il remarque que les recherches faites depuis quelques années ont confirmé l'opinion qu'il a exprimée en 1871 sur la structure en éventail de ce massif et des autres masses centrales. Il examine ensuite les résultats obtenus par les observations pour la distribution des eaux et la température, et il termine par quelques considérations techniques.

Pour exposer les résultats de l'étude de la température, M. Giordano les a figurés par une coupe sur laquelle sont tracées trois courbes, indiquant les températures de la roche dans la galerie de direction, les températures moyennes du terrain à la superficie et celles de l'air à l'extérieur ; la dernière, presque parallèle à la précédente, lui est inférieure de 3 à 5°, elle varie de — 6° à + 6°, et sous tout le centre de la montagne elle est au-dessous de 0 ; la seconde est presque partout supérieure à 0, qu'elle touche seulement en trois points, et varie de — 0°,6 à + 8°,3. La première courbe, cal-

[1] Giordano, Sulle condizioni geologiche e termiche delle grande galleria del S. Gottardo. *Bollet. del R. comit. geol.*, 1880.

culée par M. Stapff, donne un accroissement qui est généralement proportionnel à l'épaisseur des masses superposées et elle est assez semblable au profil de la montagne; cependant elle présente des irrégularités apparentes dues à la forme même de ce profil, à la variation dans la puissance calorifique des roches et aux réactions chimiques qui se produisent dans ces roches et dans les eaux qui y circulent. La température s'est accrue assez rapidement jusqu'à 22°,7 sous la vallée d'Ursern, pour redescendre à 18°,1 près d'Andermatt, et monter ensuite au-dessus de 30° sous le Kastelhorn et le Guspisthal; le point culminant est à 30°,8, à peu près sous le Kastelhorn (2861^{m}). La température du sol à la surface étant à 0°, et le tunnel ayant là 1154^{m},60 d'altitude, on peut estimer à environ 1° pour 52^{m} l'accroissement de la température [1], tandis que sous la vallée d'Ursern, il est de 1° pour 25^{m} et sous la Cima Loita-Misura qui domine Airolo de 1° pour 62^{m}. Le premier de ces deux chiffres prouve l'influence des masses latérales pour empêcher la dispersion du calorique; il peut être aussi attribué aux réactions chimiques dans l'intérieur des roches; le second s'explique en partie par les énormes infiltrations d'eau.

A ce mémoire est jointe une note de M. Cossa [2] sur la serpentine du Gothard dont M. Stapff a fait précédemment l'étude. Les échantillons de cette roche (n°s 96, 98, 99 et 100 de la série) ont été recueillis entre 4870 et 5306^{m} de l'entrée nord. M. Stapff la regarde comme formée par la décomposition de l'olivine brune dont on

[1] Le calcul fait pour le Mont-Cenis donnait 1° pour 51^{m} $\frac{1}{2}$.

[2] Cossa, Sulla serpentina di S. Gottardo.

retrouve encore de nombreux grains à l'état normal, et il est en cela d'un avis contraire à celui de M. Sjögren qui admet que ce minéral est du pyroxène. M. Cossa donne l'analyse microscopique de chaque échantillon, et il conclut que les roches n°s 96 et 98 ne sont pas des serpentines proprement dites, mais sont constituées par des minéraux (talc, pyroxène, olivine) susceptibles de se transformer en serpentine, et que le pyroxène prédomine dans la première de ces roches et l'olivine dans la seconde, fait qui explique le désaccord indiqué.

Cette serpentine n'est pas diallagique, le minéral pyroxénique qui la constitue ne présentant pas les caractères chimiques du diallage. Elle diffère des serpentines des Apennins par le manque de lamelles de bastite qui en sont caractéristiques.

M. Stapff [1] a reconnu une grande abondance de bactéries dans les fissures des parois du tunnel, à 5250^{m} de l'entrée nord. La présence locale de ces organismes prouve qu'ils ont été amenés non par des courants d'air, mais par des eaux d'infiltration, quoique la surface du sol soit en ce point à 974^{m} au-dessus du tunnel. La direction des couches rend probable que ces eaux proviennent de 5 à 600^{m} plus à l'ouest. Cette découverte prouve la facilité avec laquelle les eaux circulent même à travers des roches compactes, et ces infiltrations contribuent à expliquer la présence de dépôts de matières organiques (charbon, bitume) dans les roches cristallines, sans qu'il soit nécessaire de supposer l'existence d'une faune ou d'une flore contemporaine de leur formation. On peut entre autres attribuer à cette cause la présence de traces

[1] Stapff, Bacterien im Gotthardtunnel *Zeitschr. für gesammt. Naturwiss.*, 1880, 848.

de graphite, mêlé à du gneiss décomposé, dans presque toutes les failles traversées par le tunnel.

M. Gumbel [1] a reconnu à l'œil nu et dans des sections microscopiques des fragments de crinoïdes dans les calcaires d'Andermatt et il a confirmé ainsi les observations de M. Stapff relativement à l'origine de ces calcaires.

Versant sud. Des opinions très diverses ont été émises sur l'âge des terrains anciens qui bordent le lac Majeur. M. Taramelli a publié une partie des observations faites sur ce sujet par Spreafico [2] avec plusieurs coupes géologiques. Aux environs de Gozzano, cet auteur a reconnu des micaschistes permiens reposant sur le granit de Bugnate et recouverts par le porphyre. Près de Varallo, une masse considérable de gneiss de Strona est recouverte par le granit, pénétrée de filons de cette roche et repose sur une grande zone dioritique. Les environs d'Orta sont formés en majeure partie par le micaschiste argileux supérieur au granit de Bugnate et traversé par des filons de porphyre rouge. Ce micaschiste repose, au nord d'Orta, sur un gneiss très semblable au gneiss de Strona et qui occupe tout le bord du lac d'Orta jusqu'à Omegna; à cette formation appartient la masse granitique du Motterone qui en constitue la partie supérieure. Le granit se retrouve à Quarna, à l'O. d'Omegna, où commence la grande masse granitique du Val Sesia. Ces deux masses paraissent appartenir à la même zone, recouverte au SE. de la masse énorme des micaschistes argileux, et reposant au NO. sur une zone moins puissante de schistes gneissiques, injectée de filons du même granit.

[1] Gumbel, Aus den Alpen. *Neu. Jahrb.*, 1880, 286.

[2] Spreafico, Osservazione geologiche nei dintorni del lago d'Orta et nella Val Sesia. *Atti Soc. ital. dei Sc. natur.*, 1880, XXIII.

Nous devons à M. Parona [1] l'étude géologique du bassin du lac d'Orta. Comme nous venons de le voir, le gneiss constitue une partie du bord oriental et septentrional de ce lac, tandis que le granit forme le Mont Motterone et se trouve en masse considérable sur le bord SO. du bassin avec quelques lambeaux isolés vers Quarna et Bugnate; les schistes micacés, talqueux et argileux, dirigés NE.-SO., atteignent une très grande épaisseur sur le bord oriental et méridional du lac, et ils sont intimement liés à deux roches d'origine éruptive, l'hypérite et le porphyre; ce dernier ressemble beaucoup à celui des environs de Lugano, il est plus récent que les schistes. L'auteur décrit les diverses variétés de ces roches; il signale ensuite à Gozzano un affleurement liasique riche en fossiles, qui appartient à la zone de la *Terebratula Aspasia,* Men., puis des dépôts pliocènes et le terrain glaciaire.

M. Gumbel [2] a poursuivi ses recherches géologiques dans les Alpes en étudiant les montagnes des environs des lacs de Come et de Lugano. Bien que cette contrée ait été souvent explorée, et que MM. Spreafico et Negri en aient récemment publié une carte géologique, l'âge des formations qui y sont représentées est encore très discuté. A l'E. du lac de Come, l'auteur a observé à Bellano des micaschistes dans lesquels sont des intercalations de gneiss et de quartzites et qui appartiennent à l'époque la plus récente des terrains archéolitiques. Ce terrain forme la base d'un dépôt d'argile, de conglomé-

[1] Parona, Appunti geologici sul bacino del lago d'Orta, Novare 1880.

[2] Gümbel, Geognostische Mittheilungen aus den Alpen, VII. *Sitzungsber. k. bayer. Ak. Wiss. München*, 1880, 542.

rats et de grès à la partie supérieure duquel MM. Escher et Merian ont trouvé sur le chemin de Rogoledo les *Voltzia heterophylla* et *Aethophyllum speciosum*, espèces keupériennes; mais M. Gümbel exprime des doutes sur ces déterminations et pense que ces couches pourraient bien être l'équivalent de celles de Recoaro et de Neumarkt. Sur la couche à plantes fossiles se trouvent des couches identiques à celles de Seiss, surmontées d'une dolomie foncée que l'auteur rapporte au muschelkalk inférieur et qui passe à sa partie supérieure au marbre noir de Varenna, lequel renferme la *Posidonomya Moussoni*.

Ce calcaire, qui borde le lac sur une grande longueur, est extrêmement contourné; il appartient au muschelkalk et il est l'équivalent de l'*Ortlerkalk*, Gümb. des Grisons; il est recouvert des schistes à poissons de Perledo, surmontés eux-mêmes d'une dolomie qui appartient déjà à la base du calcaire d'Esino. Les schistes sont dolomitiques et renferment des *Bactrillium* et la *Posidonomya Wengensis*, ce qui établit leur parallélisme avec les couches de Wengen. Pour les couches supérieures qui appartiennent aux calcaires d'Esino, M. Gümbel se rattache tout à fait à la manière de voir de M. Benecke, contrairement à celle de Spreafico et de M. Taramelli ; sur ces calcaires se trouvent les couches de Dossena à *Gervillia bipartita*, équivalentes des couches de Raibl, et pardessus, la dolomie principale. Celle-ci paraît, d'après les trouvailles de M. Gümbel (*Gyroporella vesiculifera, Trochus solitarius, Avicula exilis, Megalodon Gumbeli, Dicerocardium*), constituer une partie importante des montagnes qui avoisinent Esino.

Le muschelkalk des environs de Lecco, près de

Laorca, a un type très différent de celui de Varenna et rappelle celui du Val Trompia; on y trouve beaucoup de fossiles (*Retzia trigonella, Terebratula vulgaris, angusta,* etc.). Au SE. de Lecco se voient des formations plus récentes, rhétien, lias, jurassique supérieur et néocomien, dont les plus anciennes recouvrent constamment les plus jeunes.

Au nord de Lugano est une zone puissante de micaschistes sur laquelle repose le conglomérat blanc-grisâtre de Manno. Ce terrain qui, d'après les fossiles déterminés par M. Heer, appartient au carbonifère moyen, est formé d'une grande variété de roches, à l'exclusion du porphyre, et il est surmonté de couches qui sont l'équivalent du grès de Grœden et appartiennent au grès bigarré.

L'auteur donne ensuite la coupe du mont S. Salvatore : sur les phyllades micacées reposent un conglomérat à cailloux porphyriques, des schistes et des grès rouges, appartenant au grès bigarré, des couches dolomitiques sableuses (équivalent des couches de Seiss), puis une dolomie renfermant la faune du muschelkalk. On a trouvé, associées à ces fossiles, beaucoup d'espèces du calcaire d'Esino. Ce mélange a été expliqué de diverses manières; M. Gümbel admet qu'il n'est qu'apparent et que les deux dolomies d'époques différentes sont juxtaposées par suite d'une grande faille.

Les porphyres de Lugano ont aussi été l'objet de l'étude du même auteur. Il décrit un grand nombre de variétés diverses de ces roches. Un caractère commun à tous les porphyres rouges est la grande abondance de silice et le peu de magnésie qu'ils renferment. Les rétinites appartiennent aussi à ce même groupe. Les por-

phyres noirs, beaucoup moins variés de composition et de structure que les rouges, se distinguent des porphyres proprement dits et appartiennent au groupe des porphyrites. Je donne ici les analyses de deux èchantillons de porphyres rouges (A et B, éch. II et V de M. Gümbel) et de deux échantillons de porphyres noirs (C et D, éch. I et III de M. Gümbel) :

	Porphyres rouges		Porphyres noirs	
	A	B	C	D
Silice	71,84	76,40	61,52	50,28
Alumine	16,32	12	19,96	19,24
Oxyde de fer	3,32	1,25	1,78	7,92
Oxydule de fer	—	—	3,16	1,98
Chaux	0,36	0,25	3,36	4,21
Magnésie	0,52	0,75	2,72	6,09
Potasse	4,32	4,00	3,24	3,24
Soude	2,13	2,00	3,28	2,81
Acide carbonique	—	—	0,56	0,40
Eau et perte	1,48	2,25	1,86	3,56
	100,29	98,90	100,60	99,73

Dans une seconde partie que nous analyserons plus loin, l'auteur traite la question du soulèvement et du contournement des couches.

M. Taramelli[1] a publié un appendice à la description géologique du Tessin méridional (Rev. pour 1879, 96). Ce supplément est consacré à l'étude des porphyres des environs de Lugano et à un catalogue des travaux relatifs à la géologie de cette contrée.

Cet auteur[2] rend compte des diverses opinions émises sur l'âge de ces porphyres; MM. Negri, Spreafico et

[1] Taramelli, Il canton Ticino meridionale, etc. Appendice. *Matér. pour la carte géol. de la Suisse*, XVII, 1880.

[2] Taramelli, Sulla determinazione cronologica dei porfidi luganesi. *Rend. R. Istit. lombardo*, 1880.

Stoppani les attribuent au permien, M. Curioni au trias supérieur, M. Michel Lévy au terrain carbonifère, M. Taramelli au trias inférieur et moyen (Rev. pour 1879, 99). M. Studer a protesté contre l'assimilation des porphyres rouges et noirs par MM. Negri et Spreafico, en rappelant l'observation qu'il a faite près de Maroggia, où il a vu les premiers pénétrer les seconds. M. Michel Lévy n'accepte pas non plus l'unification de ces porphyres dont les bruns ont une grande prédominance d'orthose, tandis que les rouges sont très riches en silice qui s'y trouve pour plus des trois quarts à l'état libre. M. Taramelli ne saurait se rallier à l'opinion de cet auteur qui, se basant sur leur constitution minéralogique et chimique, croit pouvoir les rapporter au terrain carbonifère. En effet, ce classement n'est pas conciliable avec les relations stratigraphiques observées entre ces roches et les terrains environnants, spécialement le conglomérat houiller de Manno dans lequel on ne trouve pas de cailloux porphyriques. Ces porphyres ont une grande ressemblance avec ceux du Tyrol méridional et du Val Trompia; ce fait, joint à certaines analogies de gisement, pourrait les faire attribuer à un âge identique, c'est-à-dire au permien; cependant on peut aussi reconnaître leur ressemblance avec les porphyres triasiques de Kaltwasser, près de Raibl. Il n'est pas non plus prouvé que tous les porphyres quartzifères du Tyrol et du Val Trompia soient permiens, la détermination exacte de leur âge dépendant encore de celle du calcaire à Bellerophon. Il est probable qu'une partie de ces porphyres acides et ceux de Lugano ont fait éruption à l'époque triasique.

M. Taramelli[1] a repris cette question dans un autre

[1] Il canton Ticino meridionale. Appendice.....

mémoire dans lequel il développe les mêmes idées. Je reproduis ici une série d'analyses de porphyres du Tessin et du Tyrol qui permet d'établir entre eux une comparaison. Ils se répartissent en trois groupes, représentés par les nos 1 à 3, 4 et 5 et 6 à 8 :

1. *Porphyre rouge* de la galerie près de Maroggia (de Fellenberg).
2. Porphyre rouge du Val Mœna, dans le Tyrol méridional (Tschermak).
3. Porphyre rouge-brun de Kaltwasser, près de Raibl (Tschermak).
4. *Porphyre brun* de Maroggia (de Fellenberg).
5. Porphyrite du Val S. Pellegrino, dans le Tyrol méridional (Tschermak).
6. *Rétinite* de Grantola (Gargantini-Piatti).
7. Rétinite du Tyrol (Lepsius).
8. Porphyre inférieur à la phyllade permienne du M. Colombine, dans le Val Trompia (Gümbel).

	1	2	3	4	5	6	7	8
Silice.......	71,74	72,79	75,97	61,67	66,75	76,20	73,24	71,50
Alumine	12,60	12,84	13,84	16,38	16,53	10,40	10,40	10,79
Oxyde de fer.	2,45	3,02	1,20	6,31	4,32	3,15	2,89	6,40
Acide titaniq.	—	—	—	—	—	—	—	0,25
Chaux	2,30	1,22	—	2,57	4,71	0,04	1,66	0,15
Magnésie....	1,24	0,44	0,15	3,02	2,64	0,05	0,46	0,31
Sesquiox. de manganèse.	0,84	traces	—	0,30	—	—	—	0,30
Potasse	4,14	4,32	6,65	4,22	1,82	1,60	4,14	6,87
Soude.......	3,41	3,33	2,58	3,65	2,86		3,52	2,76
Eau et perte.	3,50	1,20	—	3,31	2,12	8,56	3,31	1,13
	102,22	99,16	100,39	101,43	101,75	100	99,55	100,46

M. Stache[1] a donné un aperçu de ses observations dans les Alpes centrales du Tyrol et dans le massif de l'Adamello, observations qui feront prochainement l'objet d'un travail spécial.

[1] Stache, Reiseberichte. *Verhandl. k. k. g. Reichsanst.*, 1880, 249.

Cet auteur[1] a reconnu dans le Tyrol méridional la présence de roches d'olivine dans trois gisements divers. Le premier comprend les montagnes du Sulzberg et de Monsberg; la roche est voisine de la lherzolite des Pyrénées; elle est très probablement associée aux roches amphiboliques de la zone des phyllades et des micaschistes; le second se trouve au N. de l'Adamello, en relation avec des roches grenatifères et des calcaires cristallins; le troisième, à l'E. de ce massif, à la limite de la tonalite, dans un gneiss phylladique, qui est en contact avec une diorite.

JURA ET PLAINE. M. BERLIOUX[2] a fait une étude générale du Jura et de son importance militaire, industrielle et agricole. Il constate le rôle de ces montagnes, placées au point d'entre-croisement de la grande ligne N.-S., marquée par les vallées du Rhône et du Rhin, et de la ligne E.-O. marquée par celle du Danube, et il reconnaît quatre directions ou lignes principales indiquées par des failles et par le relief du sol; la ligne N.-S. qu'on voit entre autres dans la chaîne du Colombier, la ligne O.-E. dans celle du Lomont, la ligne NE.-SO. dans le rebord oriental du Jura, la ligne NO.-SE. dans la chaîne de Villebois. Parmi ces lignes normales du sol, les deux premières sont celles suivant lesquelles ont agi les pressions; les deux dernières ont été produites par la combinaison des autres et en sont les résultantes. L'auteur signale l'influence de ces directions générales dans le monde entier. « Les deux forces qui ont façonné notre globe se réduisent en réalité, dit-il, à une force unique dont l'ac-

[1] Stache, Ueber das Vorkommen von Olivingesteinen im Sudtirol. *Verh. k. k. g. Reichsanst.*, 1880, 287.

[2] Berlioux, Lecture de la carte de France. Le Jura, 1880.

tion se transmet dans une double direction. Cette force unique est la rotation de la terre. Avec cette force et en vertu des lois de l'équilibre, les terres ont subi une double impulsion, l'une les refoulant vers l'équateur, l'autre les rejetant en arrière pour les entraîner dans le sens des parallèles. »

M. Hollande[1] a donné une coupe géologique des environs de Chambéry, qui, dirigée de l'ouest à l'est, part du lac d'Aiguebelette, passe par la montagne de l'Épine, la Combaz, le plateau de Montagnole et aboutit au Pas-de-la-Fosse. Elle traverse l'extrémité du Jura et les chaînes subalpines et comprend les terrains jurassiques supérieurs, crétacés et tertiaires. Le terrain le plus ancien est la zone à *Amm. tenuilobatus* que l'auteur rapporte à l'oxfordien et qui apparaît au centre de la voûte de l'Épine. Il est recouvert de calcaires à rognons siliceux, de calcaire lithographique, de calcaires coralliens et du Purbeck sur lequel reposent les calcaires du Fontanil à *Natica Leviathan* et *Pygurus rostratus;* puis viennent des calcaires à *Ostrea macroptera,* le néocomien proprement dit, l'urgonien et la mollasse. A l'est de la Combaz, une faille sépare le Jura des chaînes subalpines; cette dernière région commence par le plateau de Montagnole. Sur la zone à *Amm. tenuilobatus* se trouvent des marnes et calcaires à ciment, surmontés d'un horizon coralligène (brèche d'Aizy, de Lémenc, calcaire grossier de Montagnole) qui est recouvert par les marnes de Berrias. Les chaînes jurassiennes présentent deux voûtes droites séparées par un pli synclinal; les

[1] Hollande, Coupe de l'Épine au Pas-de-la-Fosse. *Rev. savois.*, 1880, 92, 100.

chaînes subalpines offrent d'abord un pli synclinal et un pli anticlinal déjetés à l'O., puis un pli anticlinal normal.

M. GREPPIN [1] a indiqué brièvement quelques corrections à faire à la feuille VII de la carte géologique de la Suisse. Le massif compris entre la Saigne-Dessus, le Doubs et Montmelon, dans le Jura, appartient au terrain oolitique et non au terrain jurassique supérieur. Deux dépôts de terrain quaternaire, probablement glaciaire, devraient être indiqués à l'est de Corgemont (Val Saint-Imier) et au col de Pierre-Pertuis.

M. ALPHONSE FAVRE [2] a publié la description géologique du canton de Genève, qui est destinée à servir de texte à la carte géologique du même pays à 1 : 25000, due à cet auteur. A part la mollasse, le canton de Genève est formé uniquement par les terrains quaternaires dont on trouve une étude très minutieuse, étage par étage, dans le premier volume, tandis que le second volume renferme la description du sol dans les diverses parties du canton. Nous n'avons pas à analyser ici cet ouvrage dont M. DESOR [3] a déjà donné un compte rendu dans les *Archives*.

La COMMISSION GÉOLOGIQUE [4] a fait paraître les feuilles IV et V de l'Atlas fédéral qui comprennent l'angle N.-E. de la Suisse. M. GUZWILLER a colorié la plus grande partie

[1] Greppin, Observations géologiques, historiques et critiques, 5[me] série, n° 3. Bâle, 1880.

[2] A. Favre, Description géologique du canton de Genève, 2 vol. 1880.

[3] *Archives*, 1880, IV, 45.

[4] Commission géologique. Feuilles IV et V de l'Atlas fédéral à 1 : 100000, coloriées par MM. Gutzwiller et Schalch, 1880. — La feuille V, qui ne contient qu'un fragment de terrain, a été jointe à la feuille IV.

de cette carte, comprenant une portion des cantons de Thurgovie, de Saint-Gall et de Zurich au S. du lac de Constance. M. Schalch a colorié le canton de Schaffhouse et le Hehgau. Le figuré de la région située au N. du lac de Constance est emprunté à la carte de M. Schill. Le terrain jurassique est représenté par plusieurs horizons sur la rive droite du Rhin, où sont aussi indiqués les basaltes et les phonolites bien connus de cette région. Tout le reste de la carte est occupé par les terrains tertiaires et quaternaires, principalement par les divers étages de la mollasse et le terrain glaciaire. Nous attendrons le texte relatif à cette feuille pour la décrire d'une manière plus détaillée.

Roches, géologie dynamique, etc.

Roches et minéraux. M. A. Favre[1] a donné une étude très complète des roches du canton de Genève; la plupart sont des roches alpines erratiques, amenées par le glacier du Rhône. Il décrit les roches compactes ne contenant que de la silice, celles dans lesquelles la silice est combinée et associée à diverses matières, les roches siliceuses d'agrégation, les roches à base de chaux et les combustibles minéraux.

M. Pozzi[2] a étudié quelques variétés de la protogine du Mont-Blanc : une variété à grain fin, prise au pied de l'Aiguille du Péléret à la sortie de la vallée de Combalet; une autre variété à plus gros grain, avec grands cristaux d'orthoclase disséminés, provenant du pied de la cime

[1] Description géologique.....

[2] E. Pozzi, Sopra alcune varieta di protogino del Monte Bianco. *Atti Acad. Sc. Torino*, 1879, XIV.

du côté des glaciers de la Brenva, et une troisième à gros grain et à structure gneissique de la Tour-Ronde. Il en a décrit les éléments constitutifs, quartz très abondant, orthoclase en cristaux et en fragments, mica et talc; ce dernier minéral est d'autant plus commun que la roche est en plus gros grains.

M. Cossa [1] a décrit le feldspath corindonifère de Biella, dans le Piémont, dont le gisement à été découvert au commencement du siècle par Muthuon et décrit par Lelièvre. La roche analysée provient de Foggia, dans le territoire de Trivero, et forme des veines dans la diorite; elle est blanche, compacte ou feuilletée et constituée par un mélange microcristallin de fragments de plagioclase; la densité en est de 2,628 à 17° C. L'auteur en donne l'analyse, ainsi que celle du corindon qui y est renfermé et dont la densité est, à la même température, de 3,842.

Le même auteur [2] a reconnu de petits cristaux de rutile dans une éclogite (gastaldite) recueillie dans la partie supérieure du Val Tournanche, sur le versant italien du Mont-Cervin.

Voici l'analyse, faite par M. Marshall-Hall [3], d'une roche serpentineuse de la vallée de Saas, dans le Valais, qu'il a comparée avec celles de roches de même nature trouvées en Écosse :

Densité 2,56 :

$Si\,O_2$	40,56
$Al_2\,O_3$	1,40

[1] Cossa, Sul feldispato corindonifero del Biellese. *Atti Accad. dei Lincei*, 1879.

[2] Cossa, Rutil in Gastaldit-Eclogite von Val Tournanche. *Neu. Jahrb.*, 1880, 162.

[3] Marshall-Hall and Heddle, On serpentinous Minerals from the Saas-Thal and from Scotland. *Mineral. Magaz.*, 1880, n° 16.

Fe O	10,83
Ca O	0,16
Mg O	35,20
Perte au feu (H_2O?)	11,80

Cette roche contient probablement aussi quelques traces de chrome, de nickel et de cobalt.

Cet auteur[1] a aussi analysé des cristaux noirs qui se trouvent dans le gabbro de la même vallée et que l'on considère comme de l'hypersthénite :

	Hypersthène (?)	Saussurite
$Si O_2$	51,82	51,73
Fe O (trace de $Fe^2 O^3$)	13,76	traces(?)
$Al^2 O^3$	5,10	31,0
Ca O	22,69	11,11
Mg O	7,60	1,12
Alcalis	traces	4,56
Mn, Ni	traces	—
	100,97	100
Dureté,	plus de 6	Près de 7
Densité,	3,215	3,082

L'alumine indiquée dans la première analyse provient probablement de la roche enveloppante (saussurite) qu'il est difficile d'en séparer entièrement. L'abondance de la chaux rapproche ces roches du pyroxène plus que de l'hypersthène.

M. RAMMELSBERG[2] a donné l'analyse suivante de la ginilsite des Grisons, minéral gris-jaunâtre, compacte, provenant de la Ginilsalp, et dont M. de Fellenberg a publié anciennement des analyses très différentes :

[1] Marshall-Hall, *Bull. Soc. vaud.*, 1880, XVI, 705.

[2] Rammelsberg, Ueber Aerinit und Ginilsit. *Zeitschr. d. d. geol. Ges.*, 1876, XXVIII, 234.

Densité : 3,404.

Silice	37,83
Alumine	7,77
Oxyde de fer	15,63
Chaux	26,67
Magnésie	9,73
Eau	3,30
	100,93

Autant les roches éruptives sont abondantes sur le versant méridional des Alpes tyroliennes, autant elles sont rares sur le versant nord. M. PICHLER[1] a ajouté aux éruptions déjà connues de gabbro de la Wildschönau et de l'Albach et au porphyre pyroxénique d'Ehrwald, la découverte d'une porphyrite micacée, non quartzifère, qu'il a observée au col de Steïnach, près du gisement de fossiles du terrain houiller. Cette roche renferme des grains irréguliers d'un feldspath verdâtre qui est peut-être du labrador et des cristaux plus rares de plagioclase ; on y reconnaît aussi de la biotite, de la pyrite et de la magnétite ; la pâte est finement cristalline.

M. MÜGGE[2] rapporte cette roche aux diabases micacées ou kersantites; il y a reconnu la présence des feldspaths labrador et orthoclase et de mica, mais le minéral le plus abondant est le pyroxène et l'on y trouve aussi du quartz, du spath calcaire et du fer titané.

M. J. BERNHARDT[3] a fait des recherches sur la phonolithe à noséane de Hohentwiel, dans le Hehgau (grand-duché de Bade). Il décrit d'abord la structure géologi-

[1] A. Pichler, Aus Tirol. *Neu. Jahrb.*, 1880, 292.

[2] Mügge, *Neu. Jahrb.*, 1880, 293.

[3] Bernhardt, Beitrag zur Kenntniss des Noseanphonoliths vom Hohentwiel im Hegau. Bern, 1877. Extr. *Mittheil. Bern*, 1878, 12.

que de cette contrée et particulièrement les rapports de cette phonolithe avec les terrains environnants, puis il fait l'étude minéralogique et chimique de cette roche. En voici les résultats :

	A. Roche fraîche	B. Roche altérée
Densité	2,54	2,41
Dureté	6	5
Parties solubles	55,9 %	39 %
Parties insolubles	41,4 %	61 %

L'analyse chimique donne les résultats suivants :

	A	B
$Si O^2$	55,214	55,812
$Al^2 O^3$	21,782	19,871
$Na^2 O$	10,637	8,058
$K^2 O$	3,475	6,231
Ca O	2,097	—
$H^2 O$	2,069	3,874
$Fe^2 O^3$	2,061	2,583
Fe O	2,006	1,549
Mg O	0,128	1,810
$S O^3$	0,456	—
Cl	0,074	—

On y trouve en outre des traces de manganèse, de tithane et de lithine, et, dans la roche altérée, d'acide carbonique. L'analyse de cette roche a déjà été faite en 1828 par Gmelin sur un échantillon altéré.

M. PISANI[1] a fait un examen chimique de la turnerite, minéral trouvé d'abord dans le Dauphiné, puis à Tavetsch dans les Grisons, et dans la vallée de Binnen en Valais, et qu'il a rapproché de la monazite ; c'est un phosphate de cérium dont l'analyse donne les résultats suivants :

[1] Pisani, Examen chimique de la turnerite. *Comptes rendus*

Acide phosphorique...........	28,4
Oxyde de cerium, lanthane.....	68,0
	96,4

Le lanthane y est en très faible proportion.

La dolomie du Binnenthal, dans le Valais, et les minéraux qu'elle renferme ont été l'objet de l'étude de M. Th. Engelmann[1]. Cette roche est, ainsi que celle de Campolongo, au sud du Saint-Gothard, intercalée entre les gneiss et les schistes gris; c'est la variété saccharoïde qui est la plus riche en minéraux. Ils appartiennent aux espèces suivantes et sont tantôt disposés en bancs dans l'intérieur de la roche, tantôt dans des cavités ou des géodes :

Binn. Dolomie, chaux, quartz, baryte, barytocélestine, hyalophane, phlogopite, fuchsite, mica sp., corindon, tourmaline, pyrite, mispickel, réalgar, orpiment, blende, binnite, dufrénoysite, jordanite, sklérosclase (arsénomélane).

Campolongo. Dolomie, chaux, quartz, baryte, phlogopite, talc, corindon, diaspore, tourmaline, grammatite, pyrite, rutile, titanite.

Un grand nombre de ces minéraux ont été étudiés au microscope, étude qui a fourni un certain nombre de résultats nouveaux. Nous donnons ici l'analyse de la tourmaline verte de Campolongo :

Fluor............................	0,60
Silice	39,26

Acad. Sc., 1877, t. 84, p. 462. — Voy. sur la présence de ce minéral dans le Binnenthal et sur sa composition : Klein, *Neu. Jahrb.*, 1875, 851; G. vom Rath, *ibid.*, 1876, 393; Trechmann, *ibid.*, 1876, 593.

[1] Th. Engelmann, Ueber den Dolomit des Binnenthales und seine Mineralien verglichen mit dem von Campo longo. Inaug. Dissert. Berne, 1877. Extr. *Mittheil. Bern*, 1878, 13.

Alumine	38,39
Acide borique	(9,40)
Oxydule de fer	4,51
Oxydule de manganèse	1,12
Magnésie	1,02
Soude	2,43
Potasse	0,38
Eau	2,41

L'auteur a ajouté à ce travail une description de la chaux fluatée rose-rouge du Trift et de la chaux fluatée incolore du glacier de Bächli, au Grimsel, l'une et l'autre examinées au microscope.

On trouve en grande abondance dans un gisement du voisinage de Vulpera, dans les Grisons, sur l'ancien chemin de Tarasp, un minéral jaune et blanchâtre, intercalé dans la serpentine; c'est une chaux carbonatée magnésifère à laquelle on a donné le nom de taraspite; il est cristallin, grenu, tranchant sur les arêtes; il se dissout faiblement dans l'acide chlorhydrique froid, et entièrement dans ce même acide étendu et chauffé. M. List[1] en a fait l'analyse :

Chaux carbonatée	55,33
Magnésie carbonatée	44,52
Oxydule de fer	1,76
	100,61

On peut donc le considérer comme une dolomie grenue, feuilletée, dans laquelle une petite partie de magnésium est remplacée par du fer.

M. Renevier[2] a fait analyser par M. Marshall-Hall des

[1] List, Analyse des Tarasper Bitterspathes (Taraspit). *Jahresber. naturf. Ges. Graubündens*, 1878, 40. — Ce minéral a déjà été mentionné par Théobald (*ibid.*, 1858, 26).

[2] Renevier, *Bull. Soc. vaud.*, 1880, XVI, 701, 704.

roches triasiques des Alpes vaudoises, pour connaître la quantité de carbonate de magnésie qu'elles renferment; le résultat a prouvé que cette quantité est extrêmement variable et que l'on ne peut juger seulement par l'aspect extérieur de la roche de sa nature plus ou moins dolomitique. Le même savant a reconnu aussi que le cipolin de Crevola, près de Domo-d'Ossola, est une dolomie saccharoïde micacée, et renferme 58 % de carbonate de chaux et 37 % de carbonate de magnésie.

M. Gumbel[1] a remarqué l'analogie entre le Röthikalk de la Suisse et certaines roches des couches de Werfen, de Seiss et de Campil dans le Tyrol. La première de ces roches est une dolomie normale renfermant de l'oxydule de manganèse carbonaté et de l'oxyde de fer qui lui donne, par sa décomposition, la couleur rougeâtre qui la caractérise.

Les schistes éocènes des Alpes orientales suisses ont été examinés par M. Pfaff[2], d'après des échantillons recueillis aux environs de Ragatz et près d'Elm dans la vallée de Sernf. Ces schistes, ordinairement gris et tendres, varient cependant beaucoup de couleur et de dureté ; ils renferment 17 à 32 % de carbonate de chaux et 1.67 % de carbone. Abstraction faite du premier de ces éléments, l'analyse donne les résultats suivants :

Silice	56,97
Alumine	15,64
Oxyde de fer	11,64
Chaux	1,16

[1] Gümbel, Röthikalk. *Verhandl. k. k. g. Reichsanst.*, 1880, 276.

[2] Pfaff, Petrographische Untersuchungen ueber die eocenen Thonschiefer der Glarner Alpen. *Sitzungsber d. k. bayer Akad. d. Wiss. München*, 1880, 461.

Magnésie	traces
Potasse	4,27
Soude	0,62
Carbone	1,67
Eau	9,52

L'étude microscopique a fait reconnaître la prédominance du mica et la présence du quartz, d'une matière noirâtre, d'un peu de feldspath, etc. La roche a une structure très nettement schisteuse; on y trouve disséminés des nodules de 2 à 4 millim. de diamètre. Ces schistes ont dû se déposer dans l'état où ils existent maintenant; leur comparaison avec d'autres schistes argileux prouve qu'ils sont le produit de phénomènes mécaniques, plutôt que d'actions chimiques; mais on ne peut nier que celles-ci n'aient joué aussi un rôle important pendant leur formation.

Le calcaire de la Lochseite (Lochseitenkalk) situé, dans le grand pli des Alpes glaronaises, à la limite des schistes éocènes sur lesquels il repose, et du verrucano dont il est recouvert, a été rapporté par M. Heim au terrain jurassique supérieur; il forme un banc peu puissant et il est étonnant qu'il n'ait pas pris part aux plissements aigus observés, dans les roches éocènes sous-jacentes. M. Pfaff[1] en a donné l'analyse suivante :

Insoluble dans les acides	46,39
Carbonate de fer	11,62
Carbonate de chaux	39,03
Carbonate de strontiane	0,23
Carbonate de magnésie	2,01
Total	99,28

[1] Pfaff, Einige Beobachtungen über den Lochseitenkalk. *Zeitschr. d. d. geol. Ges.*, 1880, XXXII, 536.

Le premier de ces chiffres se décompose de la manière suivante :

Silice	63,20
Oxyde de fer	7,20
Alumine	14,36
Calcaire	traces
Magnésie	1,35
Potasse	5,24
Soude	1,73
Houille (ou graphite)	2,91
Perte	4,01
	100

C'est là une composition assez bizarre pour un calcaire et qui lui donne, avec les schistes d'Elm, une grande ressemblance que l'étude au microscope vient encore confirmer; elle n'a aucune analogie avec celle des calcaires jurassiques et on n'y trouve pas de traces de fossiles. Cette roche est un intermédiaire entre le calcaire et les schistes et il est peu probable, comme le croit M. Heim, qu'elle représente le calcaire jurassique supérieur étiré et aminci sous l'action de la pression.

Les carrières de marbres de Saillon ont été déjà décrites dans plusieurs notes (Rev. pour 1879, 110)[1]. M. GUINAND[2] en a donné une nouvelle coupe dans laquelle il distingue huit assises qui sont de bas en haut :

1. Fond vert clair, avec veines plus foncées; vert moderne; au moins 3m.
2. Blanc, avec veines ondulées gris-bleu et violettes; cipolin grand antique; 1m,30.
3. Violet très foncé ou noirâtre; 0m,80.

[1] Voyez aussi Jaccard, *Le Patriote suisse*, 31 juillet 1879.

[2] Guinand, Notice sur les marbres de Saillon. *Bull. Soc. vaud.*, 1880, XVI, 599.

4. Gris-perle; 0m,80.
5. Vieil ivoire à veines rubanées vertes, gris-bleues et violettes; 1m,20.
6. Blanc, à grain fin.
7. Gris et noir.
8. Marbre bleu avec veines blanches et jaune-or; *Portor-suisse.*

Une société a été formée pour l'exploitation de ces roches remarquables.

CHALEUR INTERNE. M. LOMMEL [1], ingénieur du chemin de fer du Simplon, et M. STAPFF [2], géologue de la compagnie du Gothard, ont publié diverses notes sur l'accroissement de la température dans l'intérieur des montagnes et sur l'influence de cette température sur les travaux des tunnels. Les *Archives* ayant déjà résumé cette discussion, je me borne à signaler ici ces recherches.

EFFETS DE LA PRESSION SUR LES ROCHES. M. GUMBEL [3] n'est pas partisan de la théorie de M. Heim, d'après laquelle les roches dures pourraient subir sans fractures une déformation mécanique, par suite de la plasticité à laquelle les réduirait une très forte pression. L'étude microscopique des calcaires alpins, montre qu'ils sont extrêmement fissurés, ce qui suffit pour expliquer la possibilité du contournement des couches. Cette théorie est d'ailleurs difficilement admissible pour des roches formées de fragments hétérogènes tels que de petits cristaux ou des

[1] Lommel, Étude de la question de chaleur souterraine et de son influence sur les projets et systèmes d'exécution du grand tunnel du Simplon, 1880. — Extr. *Archives*, 1880, IV, 364.

[2] Stapff, Études de l'influence de la chaleur de l'intérieur de la terre sur la possibilité de construction des tunnels dans les hautes montagnes. *Rev. univers. des Mines*, 1879-1880. — Wärmezunahme nach dem Inneren von Hochgebirgen. Bonn, 1880. — *Archives*, 1880, IV, 367.

[3] Geognostische Mittheilungen aus den Alpen, VII.....

particules variées, unies par un ciment. M. Gümbel a examiné à ce point de vue les calcaires noirs de Varenna dans le Tyrol, roches très dures, qui ont été soumises à des plissements extraordinaires. Ils sont remplis de fissures, ordinairement visibles à l'œil nu, qui ont été injectées d'un dépôt blanc de carbonate de chaux ; ces fissures se voient spécialement dans les contournements et ont une disposition rayonnante, mais l'étude microscopique montre qu'elles se trouvent partout ; elles sont si nombreuses que, malgré leur faible diamètre, elles suffisent parfaitement pour expliquer les plissements. La grande dolomie entre Introbio et Lecco, le flysch dont les contournements sont souvent si aigus, donnent lieu aux mêmes observations. L'auteur a compté plus de 1000 fragments sur un centimètre carré de cette dernière roche, et les fissures qui les forment sont invisibles à l'œil nu. Des observations faites sur les schistes du lias, les calcaires à Aptychus, des roches oligocènes, des houilles et des roches très variées, étrangères aux Alpes, ont conduit aux mêmes résultats et montrent que ce morcellement à l'infini est un phénomène général, développé en proportion de la dureté des roches et de la grandeur des contournements. Ces considérations sont relatives aux déformations des terrains déjà solidifiés. Celles des fossiles se sont faites souvent sur des moules encore tendres et l'on voit fréquemment des moules déformés dans les mêmes bancs où des exemplaires pourvus de leur test sont restés intacts.

Des expériences faites par M. Gümbel avec les appareils de M. Bauschinger sur des minéraux qu'il soumettait à des pressions de 22,000 atmosphères, lui ont prouvé que, sous cette pression, ces minéraux se brisaient indéfiniment, mais qu'ils n'acquéraient aucune plasticité.

Cet auteur conclut que la théorie de M. Heim n'est pas nécessaire pour expliquer même les plissements les plus extraordinaires et qu'elle ne s'accorde ni avec l'observation des faits, ni avec l'expérience.

M. Heim[1] a discuté les objections que lui a faites M. Stapff dans son mémoire sur la mécanique des plissements des couches. (Rev. pour 1879, 93.) Il cherche à prouver que la théorie de la déformation plastique des roches sans fractures correspond beaucoup mieux aux faits observés que les autres théories. Ce phénomène, subi sous une pression qui surpasse la cohésion de la roche n'est pas autre chose que le plus haut point de trituration intérieure, non pas seulement en fragments, mais peut-être en molécules; il se distingue de la désagrégation ordinaire en ce que la cohésion est vaincue sans être complétement détruite, parce que les molécules sont restées dans leurs sphères d'attraction. Il n'est pas étonnant qu'on ne puisse l'observer dans les mines ou les tunnels, puisque les roches que l'on y rencontre n'ont pas été soumises de toutes parts à cette pression et que c'est la condition indispensable de ce phénomène.

M. Stapff[2] a répondu aux critiques que M. Heim lui a adressées en les discutant l'une après l'autre. En terminant il déclare de nouveau ne pas admettre l'existence de la plasticité latente des corps; on ne peut reconnaître nulle part la preuve de son existence; elle est donc une simple hypothèse qui ne s'accorde pas avec les lois connues de la physique et cet auteur n'admet en aucune

[1] A. Heim, Zum « Mechanismus der Gebirgsbildung. » *Zeitschr. d. d. geol. Ges.*, 1880, XXXII, 262.

[2] Stapff, Zur Mechanik der Schichtenfaltungen. Eine Antikritik, 1880. — *Neu. Jahrb.*, 1881, 164.

manière la nécessité de son intervention pour expliquer les phénomènes géologiques.

D'après les recherches de M. W. Spring[1], les corps solides soumis à une très forte pression ont la propriété de se souder. Cette propriété est une fonction de la dureté, les corps mous se soudant le plus facilement; mais elle dépend encore d'un autre élément. Les corps cristallisés la possèdent sans aucune exception, et même lorsque la poudre d'un corps accidentellement amorphe est comprimée, on retire du compresseur un corps à cassure cristalline, la cristallisation s'étant opérée sous l'influence de la pression. L'état amorphe des corps solides n'empêche donc pas toujours leur liaison quoique leur état cristallin soit une condition favorable. Les appareils employés permettent d'obtenir des pressions jusqu'à 20,000 atmosphères et les expériences ont été faites sur 83 corps appartenant à des métaux, des métalloïdes, des oxydes, des sulfures, des sels, des corps carbonés et des corps divers. Sans nous étendre sur les résultats de ces recherches, nous remarquerons seulement l'importance qu'elles ont dans les diverses théories relatives aux transformations subies par les roches. Les recherches sur la compression de la houille et de la tourbe ont à cet égard un intérêt particulier. « De la poudre fine de houille, grasse ou maigre, se soude sous une pression de 6000 atmosphères en un bloc solide, brillant, et qui, sous cette pression, se moule avec la plus grande facilité. Ainsi, la houille, si cassante dans les conditions ordinaires, devient plastique sous une pression suffisante; ceci peut servir à com-

[1] W. Spring, Recherches sur la propriété que possèdent les corps de se souder sous l'action de la pression. *Bull. Acad. roy. de Belgique*, 1880, XLIX; *Archives*, 1878, t. LXIV, p. 358.

prendre comment les plis des terrains anciens ont pu se faire. » A la même pression, de la tourbe brunâtre, contenant beaucoup de matières de texture organisée, se change en un bloc noir brillant, dur, ayant tout l'aspect physique de la houille et la cassure des bords présente même, au microscope, l'allure feuilletée de ce minéral; la texture organisée a complétement disparu; sous cette pression la tourbe est plastique. Des morceaux de ces blocs, chauffés en vases clos, produisent un coke gris, identique à celui de la houille. Ainsi la formation de cette matière a été probablement le résultat du changement des substances végétales en tourbe par la fermentation sous l'eau, puis du changement de la tourbe en houille sous l'influence de la pression.

M. Fremy[1] a démontré que les principaux corps contenus dans les cellules des végétaux, soumis à la double influence d'une température de 200° à 300° et de la pression, produisent des substances qui ont une grande analogie avec la houille, mais les expériences de M. Spring que nous venons d'indiquer ont prouvé que l'élévation de la température n'est pas même nécessaire pour arriver à la production de cette substance.

M. Jannetaz[2] a résumé ses observations sur les rapports de la propagation de la chaleur dans les roches et de leur structure au point de vue de leur origine, sujet sur lequel il a déjà fait de nombreuses publications. Ses premières recherches sur les cristaux lui ont prouvé que la chaleur se propage mieux dans le plan d'un clivage

[1] Fremy, *Comptes rendus de l'Acad.*, 1879, 1048.

[2] Jannetaz, Rapport de la propagation de la chaleur dans les roches et de leur structure au point de vue de leur origine. *Comptes rendus du Congr. internat. de géol. de 1878*, 1880, 222.

facile que dans la direction normale, et que la direction de plus faible propagation de la chaleur est parallèle à celle de plus faible cohésion. Dans les corps cristallisés la texture est inerte vis-à-vis de la propagation de la chaleur, la structure au contraire détermine des variations dans ce phénomène.

Parmi les roches cristallines, dans les granits à grain fin, la propagation de la chaleur est la même dans toutes les directions et la courbe tracée par la fusion de la cire autour du point d'échauffement est circulaire ; il en est de même pour les roches terreuses. Dans les schistes cette courbe est au contraire plus ou moins ellipsoïde et l'ellipse est produite sur un plan perpendiculaire à la schistosité. L'auteur a dressé une liste de roches très diverses, dans laquelle il indique les rapports des axes de l'ellipse isothermique ; les roches alpines sont entrées pour une bonne part dans ses observations. C'est ainsi que, parmi les roches sédimentaires schisteuses, ce rapport est de 1,8 pour le schiste houiller noir du col de Voza et pour les schistes rouges et verts de Salvan, de 1,5 pour les schistes du trias des bains de Saint-Gervais, de 1,062 pour le calcaire jurassique noir de la vallée de Chamonix près des Houches ; les roches cristallines schisteuses présentent des rapports analogues : 1,5 pour le gneiss du Saint-Gothard, 1,12 pour le gneiss blanc du Brevent, 1,14 pour la protogine schisteuse des environs de Chamonix.

Toutes les fois que la cohésion d'un corps diminue dans une direction, la chaleur s'y propage aussi moins facilement. Les expériences de M. Jannetaz prouvent que la schistosité des roches n'est point due à un retrait produit par la dessiccation ; car, dans les matières qui ont

subi ce retrait, les directions perpendiculaires aux fentes conduisent mieux la chaleur que les directions parallèles, et la schistosité agit en sens contraire. Lorsque les minéraux se groupent en masses, ils s'accolent en général suivant leurs directions de plus grande conductibilité thermique et de plus grande élasticité; de plus, lorsque les cristaux sont comprimés, leur conductibilité thermique peut devenir plus grande perpendiculairement à la pression qu'ils ont reçue. Ces observations confirment donc d'une autre manière les diverses expériences faites depuis quelques années et qui ont prouvé que la schistosité est due à la pression. Elles prouvent les variations dans la conductibilité calorifique de beaucoup de roches d'une direction à l'autre et contribuent aussi à expliquer les variations obtenues dans les mesures de l'accroissement de température dans la profondeur du globe.

SOULÈVEMENT. FAILLES. Le grand renversement des terrains secondaires qu'on observe sur la rive gauche du lac de Come, au sud de Lecco, fournit à M. GUMBEL[1] un argument contre la théorie qui attribue le soulèvement des Alpes à une pression unilatérale. La structure en éventail du Saint-Gothard paraît aussi prouver que la cause du soulèvement des Alpes a agi au centre de la chaîne par suite d'une contraction de parties profondes de l'écorce du globe, de sorte que les parties centrales auraient subi le plus grand soulèvement et auraient refoulé les parties latérales.

M. HEIM[2] a combattu les idées exprimées par M. Pfaff (Rev. pour 1879, 114), sur le soulèvement

[1] Geognost. Mittheil., VII.....
[2] Zum « Mechanismus der Gebirgsbildung. ».....

des montagnes. Il maintient que la théorie qui attribue leur formation à la pression horizontale causée par la contraction de l'écorce du globe donne l'explication la plus favorable d'un grand nombre de faits et il constate que de nombreuses expériences de laboratoire sont venues la confirmer depuis quelques années. L'hypothèse que M. Pfaff cherche à lui substituer n'explique en réalité que des faits locaux et sans relations avec les systèmes de montagnes.

La discussion s'est continuée par une réponse de M Pfaff[1] que nous nous bornons à indiquer ici, cette polémique sortant du cadre naturel de ce travail. Nous sommes de l'avis de M. Heim, lorsqu'il dit que les théories doivent être basées en géologie sur l'observation directe et que, pour les établir, on ne peut se borner à des déductions mathématiques dont les bases sont pour le moins extrêmement douteuses.

M. Baltzer[2] a répondu aux objections faites par M. Pfaff (Rev. pour 1879, 114) à la coupe qu'il a donnée du Glärnisch et à l'explication qu'il en a proposée. Les plis des terrains crétacés ne sont pas, comme le croit le géologue allemand, indépendants de ceux des terrains jurassiques, mais ils sont plus prononcés que ces derniers par le fait que les terrains sont plus superficiels. Il est nécessaire d'attribuer à des plis les réapparitions des mêmes terrains sur le flanc de la montagne et l'on ne peut admettre en aucune manière l'idée qu'elles seraient dues

[1] Pfaff, Einige Bemerkungen zu Herrn Heim's Aufsatz « Zum Mechanismus der Gebirgsbildung. » *Zeitschr. d. d. geol. Ges.*, 1880, XXXII, 542.

[2] Baltzer, Ueber den Mechanismus der Gebirgsbildung. *Zeitschr. d. d. geol. Ges.*, 1880, XXXII, 192.

à une récurrence de faunes ou à des colonies. D'ailleurs ces plis multiples et déjetés ont souvent été constatés sur place. Il est également impossible d'accepter l'opinion de M. Pfaff qui rapporte la formation de ces plis à des affaissements dus à des érosions internes. Les observations faites sur le terrain conduisent nécessairement à admettre la plasticité des roches.

M. Lory[1] a développé sa théorie sur les failles, auxquelles il attribue une grande importance dans les Alpes. Les dislocations qui ont soulevé les schistes cristallins dans la zone du Mont-Blanc qui s'étend des Alpes bernoises aux Alpes maritimes, sont postérieures à l'époque du dépôt du terrain houiller qui est resté concordant avec eux, et antérieures à l'époque triasique. De là vient que des lambeaux de terrains secondaires sont déposés horizontalement sur les têtes de couches redressées des schistes cristallins (Aiguilles Rouges, Oisans). D'autres mouvements ont eu lieu postérieurement au dépôt des terrains secondaires. Ils ont produit des failles dans les roches cristallines qui en forment la base et ils ont occasionné, dans ces terrains même, qui les recouvraient comme une enveloppe flexible, une série de plis ou des glissements sur les pentes, de sorte qu'il n'en est plus resté sur les crêtes que de rares témoins. La direction de ces mouvements a été dans les Alpes maritimes SSO., dans le Dauphiné NS., puis NNE., dans le voisinage du Mont-Blanc NE., et dans les Alpes bernoises, elle s'infléchit encore davantage vers l'Est. La même direction se retrouve dans les chaînes subalpines dans lesquelles on reconnaît aussi la présence de failles et de glissements. Les plissements

[1] Lory, Observations sur la structure des Alpes. *Comptes rendus du Congr. intern. de géol. de 1878*, 1880, p. 39.

analogues à ceux du Jura sont, suivant M. Lory, beaucoup moins importants dans les Alpes que les failles qu'on peut suivre parfois sur 30 à 40 lieues de longueur.

Les glissements dus à la pesanteur même des masses stratifiées, sont le résultat des failles; celles-ci ont déterminé des plis dans l'enveloppe qui recouvre les terrains primaires et ces plis, plus ou moins accentués suivant la flexibilité des terrains, sont venus s'accumuler les uns à côté des autres.

ÉROSION. M. KOLLBRUNNER[1] a publié la première partie d'un mémoire sur la formation des vallées et des systèmes des cours d'eaux. Les géologues ont à cet égard deux théories, dont l'une attribue les vallées à des lignes de dislocation qui furent utilisées et modifiées par les eaux, et l'autre, à l'érosion seule, théories qui ont été diversement combinées entre elles. L'épaisseur énorme des terrains détritiques tertiaires et quaternaires prouve la grandeur des érosions, et la nature des roches (nagelfluh, etc.) permet de reconstituer en partie l'ancien réseau hydrographique de notre pays. Un fleuve coulait anciennement des Vosges jusque dans les environs de Soleure, le Rhin suivait une direction très différente de sa direction actuelle, etc. Les glaciers ont modifié la marche des cours d'eaux par l'accumulation des terrains erratiques; ils ont motivé aussi sur certaines places de profondes érosions en maintenant des courants en dehors de leurs bassins naturels; ailleurs ils ont protégé des vallées contre l'érosion. Les lacs ont subi d'importantes modifications. Tous ces changements sur lesquels l'histoire géologique

[1] Kollbrunner, Zur Morphologie der Thalbildungen und Flusssysteme. *Progr. der Thurgau. Kantonschule für* 1876-1877.

des temps quaternaires et tertiaires nous fournit de nombreux documents, prouvent que les bassins hydrologiques ne se sont pas formés tout d'un coup, mais qu'ils ont été lentement façonnés par l'érosion qui marche dans les vallées d'aval en amont. Les recherches géologiques dans les Alpes ont montré les immenses dénudations dont cette chaîne a été l'objet et qui lui ont donné son aspect actuel.

Parmi les phénomènes géologiques observés dans le massif du Gothard, M. Stapff[1] attire spécialement l'attention sur des surfaces horizontales qui se remarquent à divers niveaux et qui ont la forme de terrasses. Il les attribue à d'anciens rivages de la mer; un des plus nets de ces cordons littoraux est situé sur les deux flancs de la montagne, à environ 2370 mètres; il en a reconnu d'autres à 2100 mètres et plusieurs autres qui sont moins élevés et dont les niveaux ne concordent pas entièrement sur les deux versants; ce qui provient probablement d'inégalités dans le soulèvement. L'action des glaciers et des torrents a dû aussi contribuer à modifier le relief de la montagne, mais M. Stapff ne croit pas pouvoir se rattacher à la théorie de M. Rutimeyer et de M. Heim, qui attribue à l'érosion par les eaux courantes la formation des vallées, et c'est à l'action de la mer qu'il rapporte une partie importante de ce phénomène.

M. Bodmer[2] a repris, pour l'appliquer à la Suisse entière, l'hypothèse de M. A. Heim sur la formation des vallées par l'érosion, hypothèse qui s'appuie surtout sur la présence de terrasses longitudinales, étagées à des hauteurs très diverses sur les flancs des bassins. Nous

[1] Geologisches Profil.....

[2] A. Bodmer, Terrassen und Thalstufen der Schweiz. Ein Beitrag zur Erklærung der Thalbildung. *Inaug. Dissert.*, Zurich, 1880.

avons déjà indiqué le résultat des observations de M. Heim sur ce sujet dans le bassin de la Reuss. M. Bodmer a poursuivi les mêmes recherches dans ceux de la Linth, de l'Aar, du Rhône, du Rhin, du Tessin et de l'Inn et, hors des Alpes, dans la plaine suisse; il a utilisé pour cela la carte fédérale à 1 : 50000, dont les courbes de niveau donnent un relief très exact et indiquent nettement ces terrasses. Un grand nombre de profils longitudinaux et transversaux des divers bassins ont été établis au moyen de ces cartes et servent de base aux démonstrations de l'auteur. Des tableaux indiquent les hauteurs des terrasses dans chacun d'eux, les distances verticales qui les séparent et l'inclinaison que devait avoir le fond de la vallée à chaque niveau successif. Ces recherches amènent M. Bodmer à des conclusions que je résume ici brièvement : A part les vallées longitudinales tracées dans des combes, toutes les vallées dans les Alpes suisses et dans la plaine sont des vallées d'érosion formées 1° par l'érosion des cours d'eau, 2° par la désagrégation des roches. Ces deux agents ont opéré aussi dans la partie inférieure des premières. Les systèmes de terrasses se trouvent dans toutes les vallées. La variété des roches et de leur disposition géologique n'a influé que très peu sur leur disposition. Les alternances de creusement et d'élargissement plusieurs fois répétées sont dues à des modifications périodiques de la pente des eaux causées par des soulèvements du sol. Aussi des bassins voisins, soumis à des actions identiques, ceux de la Linth, de la Reuss et de l'Aar, par exemple, ont-ils à peu près les mêmes systèmes de terrasses. Le soulèvement des Alpes a duré jusqu'à la formation des fonds de vallées les plus récents, puis est survenu un soulèvement

de la plaine qui paraît avoir été suivi d'un nouvel affaissement, car les rivières ont de nouveau creusé leurs lits, l'Aar jusqu'à Brugg, la Reuss jusqu'à Bremgarten, la Limmat jusqu'à Baden et le Rhin jusqu'à Schaffhouse. Ainsi les terrasses sont les restes d'anciens fonds de vallées; elles indiquent des moments de repos dans le soulèvement des montagnes, tandis que les talus qui les séparent correspondent à des époques d'exhaussement plus rapide. Chaque système de terrasses longitudinales a sa pente normale et s'observe dans la vallée principale et dans les vallées latérales. L'érosion a souvent amené des modifications dans la distribution des cours d'eaux par l'empiétement d'une vallée sur l'autre; mais on retrouve toujours les traces de l'ancienne direction des eaux. Les vallées actuelles sont donc uniquement le résultat de l'érosion.

Les naturalistes qui parcourent la Haute-Engadine sont frappés de la voir se terminer brusquement au col de la Maloja, sans pouvoir reconnaître sur le terrain la partie supérieure de cette large vallée qui devait renfermer les sources de l'Inn. M. A. Heim[1] a cru reconnaître que cette singulière structure est due aux empiétements successifs du val Bregaglia. La Haute-Maira et l'Albigna, qui se recourbent aujourd'hui si brusquement au SO. pour se jeter dans la Maira, étaient les vraies sources de l'Inn. La Maira, dont la pente est plus rapide que celle de cette rivière, ayant causé des érosions beaucoup plus grandes, entama les vallées de ces deux cours d'eau, et les détourna à son profit.

[1] A. Heim, Die Seen der Oberengadin. *Jahrb. S. A. C.*, 1880, 429.

Les eaux ne parcourant plus la vallée de l'Inn, les torrents latéraux purent y accumuler, sans rencontrer d'obstacles, leurs cônes de déjection qui barrèrent la vallée en plusieurs points et furent l'origine des lacs qui font le charme de cette contrée.

Cailloux impressionnés. M. Rothpletz[1] a poursuivi ses recherches sur les impressions des cailloux (Rev. pour 1879, 121). Il signale plusieurs observations précises faites sur ce phénomène dans des terrains d'âges très divers: dévonien, carbonifère, grès bigarré, nagelfluh tertiaire et quaternaire. Il figure entre autres la section de deux cailloux contigus vus au microscope et qui montre leur pénétration intime.

Tremblements de terre. L'explication du soulèvement des montagnes par les roches éruptives est aujourd'hui abandonnée, et l'on a reconnu que ce mouvement a dû être si lent que, s'il avait vécu des hommes dans les périodes géologiques anciennes, ils s'en seraient à peine aperçu. L'observation directe ne peut donc nous faire connaître si les soulèvements de montagnes continuent encore ou s'ils ont cessé de se produire; mais M. Heim[2] en voit la démonstration dans les tremblements de terre. Les contractions qui ont lieu dans les parties profondes de l'écorce du globe et qui ont été l'origine des chaînes de montagnes produisent dans ces parties profondes, soumises à de fortes pressions, des ondulations et se traduisent à la surface par des secousses ou des cassures d'importance variable. Il fournit plu-

[1] Rothpletz, Ueber Gerölle mit Eindrücken. *Zeitsch. d. d. geol. Ges.*, 1880, XXXII, 189.

[2] A. Heim, Das Verhältniss der Erdbeben zu den Gebirgen. *Jahrb. S. A. C.*, 1880.

sieurs preuves de ce fait : les tremblements de terre ont lieu dans les contrées montagneuses, soit parallèlement à la direction des chaînes ou aux plissements longitudinaux, soit suivant des lignes de fractures qui leur sont perpendiculaires. Leur centre se déplace souvent dans la direction de ces lignes ; ils sont plus fréquents dans les contrées récemment soulevées (Sicile, Espagne, Alpes, Andes), très rares dans celles qui sont depuis longtemps en repos (Russie) ; ils amènent des dislocations de l'écorce du globe et des modifications dans son relief et ont souvent produit de grands mouvements des eaux de la mer.

Ainsi, à part les cas où les tremblements de terre sont le résultat d'un volcan ou d'un effondrement intérieur, ils sont la preuve que l'écorce du globe continue à se contracter et à se rider et que ce phénomène, qui a produit les grandes chaînes des montagnes, n'est pas encore arrivé à son terme.

M. Forel[1] a fait à la *Société helvétique des Sciences naturelles* un rapport sur les travaux de la commission des tremblements de terre en Suisse, et il a donné une liste des quatorze secousses observées de novembre 1879 à septembre 1880, dont quatre ont eu une importance plus grande. Les *Archives* en ont déjà publié la liste.

Nous la complétons par les indications suivantes :

1880	8 septembre.	8 h. 10 mat.	Zermatt.
—	id.	11 h. — mat.	Zermatt.
—	19 septembre.	11 h. 5 mat.	Fribourg, Berne.
—	20 septembre.	7 h. 55 soir.	Neuchâtel.
—	21 septembre.	6 h. — mat.	Liestal.
—	id.	7 h. 50 soir.	Fribourg, Berne, Morat, Neuchâtel.

[1] Forel, *Archives des Sc. phys. et nat.*, 1880, IV, 396.

1880	22 septembre.	1 h. 15 mat.	Fribourg.
—	id.	3 h. ? mat.	Fribourg.
—	id.	5 h. ? soir	Fribourg.
—	10 octobre....	8 h. 27 mat.	Vallée de Viège, Randa (Valais) (aussi indiqué à 7 h. 45; peut-être y en a-t-il eu deux).
1881	27 janvier....	2 h. 20 soir.	Berne, Zurich, Bâle, Neuchâtel, Genève.
—	1 février....	9 h. 25 soir.	Berne.

M. Forel[1] a donné des renseignements plus détaillés sur les secousses des 4 et 5 décembre 1879. Il en résulte que deux secousses ont été bien constatées à Genève le 4 décembre, à 5 h. 40 du soir, et à Bâle le 5 décembre, à 2 h. 32 du soir; trois autres paraissent avoir eu lieu dans ces jours, mais elles sont plus douteuses.

M. de Tribolet[2] a donné quelques indications sur le tremblement de terre du 30 décembre 1879. Nous ajouterons à ce que nous avons déjà dit (Rev. pour 1879, 117) que les secousses principales qui ont eu lieu vers midi et demi ont été aussi fortement ressenties dans le Bas-Valais, et que la direction paraît avoir été SE.-NO., d'après la majorité des indications. Une secousse qui a eu lieu le soir vers 8 h. 15 a été observée à Morges, Bex et Aigle. D'après l'indication de M. Forel[3], le centre de cette secousse paraît avoir été aux environs de Thonon, en Savoie.

M. de Tribolet[4] a décrit le tremblement de terre du

[1] Forel, *Bull. soc. vaud.*, 1880, XVI, 696.

[2] M. de Tribolet, Tremblement de terre. *Rev. scient. suisse*, 1880, 38.

[3] Forel, *Bull. soc. vaud.*, 1880, XVI, 700.

[4] M. de Tribolet, Tremblement de terre du 4 juillet. *Rev. scient. suisse*, 1880, 172.

4 juillet 1880, principale manifestation d'une période de mouvements qui a duré du 28 juin au 9 juillet et qui rappelle par le nombre des secousses celles du 25 juillet au 25 octobre 1855 et du 2 avril au 16 mai 1876. Trois séries d'oscillations ont eu lieu le 4 juillet; la première a été ressentie surtout à Lucerne à 2 heures et demie du matin; la seconde a eu lieu vers 9 heures 15 minutes du matin, a affecté toute la Suisse, à l'exception de la partie NO., la Savoie et le nord de l'Italie jusqu'à Milan. Elle a été ressentie sur une longueur de 314 kilomètres, d'Annecy à Saint-Gall, et sur une largeur de 145 kilomètres, entre la Chaux-de-Fonds et Zermatt, de 240, de Soleure à Milan, et de 175, de Schaffhouse à Pontresina. On n'a constaté généralement qu'une seule oscillation; la direction paraît avoir été SSO.-NNE. La troisième a été ressentie dans toute la Suisse à 8 heures 30 minutes du soir. Les autres secousses de cette période sont les suivantes :

28 juin....	3 h. — mat.	Genève, Savoie.
3 juillet..	9 h. 30 soir.	Aigle.
4 id. ..	4 h. 55 mat.	Saint-Prex.
4 id. ..	1 h. 50 soir.	Louëche-les-Bains.
4 id. ..	9 h. 30 soir.	Bex.
5 id. ..	11 h. 50 mat.	Louëche-les-Bains.
9 id. ..	11 h. 30 soir.	Locle.

(A suivre.)

COMPTE RENDU

DE LA

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE GENÈVE

Séance du 16 janvier 1881.

M. *Kaspar* communique à la Société ses recherches analytiques sur un échantillon d'albumine insoluble préparé à l'Abattoir de Genève au moyen du sérum. Des analyses comparatives montrent que cette albumine renferme une quantité de soufre trois fois plus grande que l'albumine normale. Un second fait, savoir le dégagement d'anhydride sulfureux dans les cuves, fit supposer l'introduction d'acide sulfurique par un employé mal intentionné; ce qu'une enquête vint confirmer.

M. *A. Danilewsky* fait part à la Société de ses recherches sur la myosine, sa préparation et sa transformation en syntonine, ainsi que sur sa régénération.

La myosine a été découverte par W. Kühne et distinguée des autres substances albuminoïdes. Plus tard, Hoppe-Seyler et Veyl ont publié quelques nouveaux faits. Les caractères de la myosine sont, d'après les données de ces savants : sa solubilité dans une solution de 8-10 °/₀ de chlorure de sodium et sa précipitation soit par l'addition de beaucoup d'eau, soit par un excès de chlorure de sodium. M. Danilewsky s'est efforcé d'étudier ce corps, si important pour la biologie, au point de vue de sa nature chimique.

Cette étude a donné les résultats suivants :

La meilleure manière de la préparer consiste à extraire la viande finement divisée et bien lavée, avec une solution de chlorure d'ammonium à 15-20 % ou bien avec une quantité d'acide chlorhydrique dilué telle, que le mélange ne change plus la couleur de la tropéoline 00[1].

La myosine se combine à la température de 15° avec l'acide chlorhydrique; il est probable que cet acide est fixé par les groupes amidés (ou leurs dérivés), car une combinaison avec le chlorure de platine a donné 1,0 de platine pour 4,3 de chlore, tandis que la combinaison du chlorure de platine avec l'albumine β, qui ne fixe pas à 15° l'acide chlorhydrique, a donné seulement 1,0 de Pt. pour 0,8 de Cl. La myosine contient du calcium, du magnésium et de l'acide phosphorique. Le rapport atomique de ces éléments est tel que l'acide ne suffit pas pour saturer les deux bases. En effet, la myosine donne toujours à la calcination des cendres alcalines. Une analyse montre que le résidu de 0,39 % de calcium devait être combiné avec un groupe d'atomes organiques :

La myosine retirée de la viande de bœuf fixe en moyenne . . . . 4,0 % HCl.

La myosine retirée de la viande de lapin fixe en moyenne. 3,1 % »

La myosine retirée de la viande de veau fixe en moyenne. 4,8 % »

Nous savons que la myosine peut être facilement transformée en syntonine par l'acide chlorhydrique, sans que cela ait été expliqué au point de vue chimique. D'après les expériences de M. Danilewsky, cette transformation consiste en ce que l'acide chlorhydrique enlève à la myo-

[1] Voir *Archives*, 1881, tome V, p. 43.

sine le calcium combiné *faiblement* aux groupes atomiques organiques (car le calcium lui est déjà enlevé par beaucoup d'eau). Mais pour cette réaction un excès d'acide doit être employé à une température de 15 à 40°, en plus de celui combiné aux groupes amidés. Cet excès d'acide servant à produire la syntonine correspond très bien avec les 0,39 °/₀ de calcium faiblement combiné indiqué par l'analyse. La syntonine donne toujours une cendre neutre; elle fixe toujours un peu moins d'acide chlorhydrique que la myosine, qui a servi à la préparer. La syntonine est insoluble dans le sel ammonique.

Il est très probable que le calcium, faiblement combiné, est retenu dans la myosine par le groupe de l'inosite qui y est contenu.

En dissolvant la syntonine dans aussi peu d'eau de chaux que possible et traitant la solution par du chlorure d'ammonium en poudre, en quantité nécessaire pour la saturer presque entièrement à une température de 15 à 17°, et si, après filtration, on ajoute au liquide de l'acide acétique très dilué jusqu'à cessation de la réaction alcaline, on obtient alors une solution épaisse et concentrée d'un produit *qui présente toutes les propriétés de la myosine normale.*

La syntonine, et la myosine devenue insoluble par l'action de l'eau, peuvent être ainsi transformées en myosine normale, à condition d'être chauffées auparavent pendant une heure de 35 à 45° avec de la soude caustique de 0,1 °/₀. Toutes les autres substances albuminoïdes qui possèdent la propriété de fixer des acides à la température ordinaire et qui sont solubles dans l'eau de chaux peuvent toutes, comme la syntonine, être transformées en corps myosinoïdes, qui ont la plus grande ressemblance avec la myosine même.

ACINETA DIBDALTERIA

NOUVELLE ESPÈCE D'INFUSOIRE MARIN DU GOLFE DE GÊNES

PAR

M. le Dr Conrad PARONA

(Communiqué par l'auteur)

En recherchant des Protistes à Sestri Levante (Rivière de Gênes) et dans l'eau de mer que j'avais rapportée chez moi pour faire des études ultérieures, j'ai trouvé en septembre dernier une Acinétine qui m'a frappé par ses caractères très spéciaux, principalement par les suçoirs qui ne sont pas portés par une trompe et ne sont pas ramifiés.

Je me suis convaincu immédiatement que j'avais à faire à une forme du genre *Acineta*.

On trouve cette Acinète isolée et fixée par le moyen d'un pédoncule grêle aux différentes algues; elle est assez abondante. La coque, le protoplasma, le nucleus n'ont pas beaucoup attiré mon attention, mais les suçoirs sont fort remarquables. En effet, au lieu d'être en un certain nombre, ramassés en faisceaux et disposés symétriquement d'un côté et de l'autre du corps, ou répandus sur toute la surface libre du protoplasma qui est en correspondance avec l'ouverture de la coque, ils ne sont qu'au nombre de deux, opposés l'un à l'autre. Tandis que dans les autres Acinétines ces tentacules suceurs sont minces, plus ou moins longs et ordinairement rigides, dans celle-ci ils sont flexibles dans tous les sens et très

mobiles, de sorte qu'on les voit se mouvoir et se courber continuellement.

D'aprés ces caractères si remarquables et que je n'ai rencontrés chez aucune autre Acinétine décrite jusqu'ici, je pense pouvoir établir, sinon un genre nouveau (pour ne pas compliquer davantage les divisions de ce groupe) du moins certainement une nouvelle espèce sous le nom de

Acineta dibdalteria [1], n. sp.

Diagnose. *Coque en forme de verre à pied; pédoncule grêle; tentacules d'une seule espèce; protoplasma granuleux, plus transparent à la périphérie; vésicule contractile grande; nucleus en forme de fer à cheval et placé vers la partie inférieure de la masse protoplasmique. Deux tentacules seulement, qui sont en même temps suceurs et préhenseurs, mobiles en tous sens; pédoncule droit, grêle, à diamètre uniforme, et seulement un peu élargi vers le bas pour se fixer plus solidement au végétal qui le porte.*

Dimensions.

	mm
Diamètre transversal de la coque (maximum)...	0,06
Diamètre vertical de la coque	0,05
Longueur du pédoncule.....................	0,03
Largeur du pédoncule......................	0,01
Longueur des suçoirs	0,04



Grossissement, 700 diamètres.

[1] De δίς, deux, et βδάλλω, je suce, βδαλτήριον, organe de succion; διβδαλτήριον, deux organes de succion.

D'après ces caractères il me semble qu'on ne peut pas confondre cette forme avec ses congénères. En effet, pour peu que l'on se rappelle les figures de celles qui sont connues jusqu'à présent, on reconnaît qu'aucune ne se rapproche de l'espèce que nous venons de décrire. Il n'y a en réalité aucune Acinète qui présente des tentacules réduits à deux seulement.

Nous avons ici un exemple très remarquable de régression anatomique et fonctionnelle. Les organes s'étant réduits, les fonctions se sont concentrées. La différenciation des tentacules suceurs et préhenseurs ayant cessé ou fait défaut, les deux fonctions corrélatives ont dû se réunir dans le même organe qui, à son tour, pour mieux jouer son rôle devenu multiple, a été obligé de se modifier et de s'adapter. Nous avons la preuve que cela a dû arriver en constatant que, tandis que chez les autres Acinètes les tentacules sont ordinairement rigides et immobiles, dans le cas actuel ils se présentent, comme nous l'avons déjà dit, flexibles et mobiles en tous sens.

Pavie, décembre 1880.

BULLETIN SCIENTIFIQUE

PHYSIQUE.

D. COLLADON. MOUVEMENTS ÉLECTRIQUES DE GRAINS DE GRÉSIL, Lettre à M. du Moncel (*la Lumière électrique*, 3me année, p. 95, n° du 29 janvier 1881, commuiqué par l'auteur).

Je viens d'être témoin d'un fait qui me semble mériter d'être connu des météorologistes, et qui, je crois, n'a pas encore été décrit. Je pense donc devoir le signaler à l'attention de vos lecteurs.

Mercredi 19 courant, nous avons eu à Genève de très fortes bourrasques, alternant avec des moments de calme, et accompagnées par intervalles de chutes de grésil ou de neige; entre onze heures et onze heures et demie du matin, le temps est devenu si sombre qu'on a dû allumer le gaz dans un grand nombre de maisons.

On a vu trois ou quatre éclairs et, presque en même temps, il est tombé une averse de grésil dont les grains avaient pour diamètre depuis une fraction de millimètre jusqu'à 5 ou 6 millimètres; ils étaient remarquablement compactes et bien sphériques.

Leur température, que je n'ai pu mesurer, devait être notablement au-dessous de zéro, car le thermomètre suspendu aux montants de ma fenêtre marquait + 1/2°, et cependant les grains de petit diamètre ne commençaient à fondre qu'après plusieurs secondes.

La tablette de ma fenêtre était recouverte d'une nappe de ces grains de grésil sans aucun mélange d'autres flocons. Ces grains avaient des soubresauts électriques fort singuliers, rappelant un peu la danse des pantins, ou les mouvements saccadés des petits fragments de moelle de sureau, quand on approche d'eux un bâton de verre ou de résine préalablement électrisé.

Des grains de grésil, d'abord immobiles pendant 1 ou 2 secondes, étaient subitement lancés à quelques centimètres de distance dans diverses directions, et paraissaient bondir en sursaut par une forte répulsion, presque normale à la surface de la tablette, puis ils se précipitaient sur quelque point voisin recouvert de grésil.

Il était bien évident que ces mouvements n'étaient pas causés par le vent et qu'ils étaient dus à des répulsions et à des attractions probablement électriques.

Le même fait a été remarqué à la même heure dans d'autres localités.

Au bout de six à douze minutes environ, la chute des grains de grésil ayant cessé, elle fut remplacée par des flocons de neige qui ne présentaient aucun mouvement attractif ou répulsif.

Le lendemain 20 janvier, il y eut, pendant près d'un quart d'heure une chute de cristaux de neige en étoiles. Je ne pus apercevoir aucun mouvement d'attraction ou de répulsion entre ces cristaux.

La genèse de ces grains de grésil, compactes, sphériques, feutrés de petits cristaux, est aussi difficile à expliquer que celle des grêlons. On peut seulement entrevoir que l'électricité doit jouer un rôle essentiel dans leur production, car leur chute coïncide presque toujours avec la présence de nuages orageux.

On sait d'ailleurs que les grêlons ont presque tous un grain de grésil pour noyau central. Si ce noyau possède une température primitive inférieure à zéro, même en été, on comprend que ces grains, en traversant des nuages denses, peuvent s'envelopper de couches de glace transparente ou opaque, pour former des grêlons.

A l'Observatoire de Genève on avait recueilli le 19, à 7 h. 45 du matin, des grains de grésil de 10 millimètres de diamètre, ayant la forme de poires, ou de cônes un peu arrondis.

La température de l'air était à ce moment de 2° 2/10 au-dessous de zéro.

Genève, 22 janvier 1881.

CHIMIE.

Bæyer. Reproduction artificielle de l'indigo.

Parmi les découvertes les plus intéressantes faites dans ces derniers temps en chimie organique, il faut certainement mentionner en première ligne la reproduction artificielle de l'indigo par M. Bæyer. Le savant professeur de Munich, qui étudie depuis longtemps déjà l'indigo et ses dérivés, est arrivé à reproduire dans son laboratoire cette matière colorante avec le seul secours de réactions chimiques, et quoique les procédés actuellement connus ne permettent pas, à cause du prix de revient, de lutter encore avec l'indigo naturel, il est probable qu'il n'y a là qu'une question de temps, et que nous verrons sous peu l'indigo artificiel remplacer l'indigo naturel, comme on a pu le voir il y a quelques années pour la matière colorante de la garance. Déjà, en 1870, MM. Emmerling et Engler avaient cru réaliser la synthèse du bleu d'indigo en partant d'un dérivé nitré de l'acéto-phénone et par conséquent de l'acide benzoïque et de l'acide acétique, mais des recherches subséquentes de Weibelhaus n'avaient point confirmé ces résultats[1]. Le professeur Bæyer part de l'acide cinnamique $C_9H_8O_2$ qui, traité par l'acide nitrique, puis par le brome, fournit l'acide nitrocinnamique bibromé $C_9H_7NO_2Br_2$. Il suffit de faire bouillir ce produit avec du carbonate de soude additionné d'agents réducteurs, du sucre de lait par exemple, pour obtenir de l'indigo bleu. La réaction peut se formuler comme suit :

$$2\left(C_9H_7NO_2Br_2O_2\right) + {}_2\left(Na_2CO_3\right) + 2H_2 = \underbrace{C_{16}H_{10}N_2O_2}_{\text{indigo}} + 4Co^2 + 4NaBr + 4H_2O.$$

Comme on le voit, la préparation de l'indigo nécessite d'abord celle de l'acide cinnamique, et c'est maintenant cette préparation qui est l'objet des principales recherches. On a d'abord obtenu cet acide en partant de l'essence d'amandes amères ou aldéhyde benzoïque qui est un produit assez

[1] *Berichte de Berlin*, 1876, page 1106.

coûteux; mais on peut déjà se passer de ce composé, et il est probable que de nouveaux perfectionnements permettront de lutter avantageusement avec l'indigo naturel. Ces divers procédés sont sous la protection de brevets spéciaux.

G. Lunge (*Pol. Journal*, 237, 69-77, Zurich.)

M. G. Lunge a publié une série de notices technologiques : sur la décomposition du sulfate de soude par la chaux vive, la fabrication du cyanoferrure de potassium, l'action de la chaleur sur des solutions de chlorates, etc.

W. Knecht & J. Unzeitig. Sur l'α et β oxydinaphtylène. (*Berichte*, XIII, 1724, Genève.)

L'α oxydinaphtylène se présente sous forme d'aiguilles jaune-brun fondant à 180° et solubles dans le benzol et l'éther. Il se combine avec l'acide picrique. Ses propriétés se rapprochent de celles de l'oxydiphenylène. Le β oxydinaphtylène cristallise en prismes jaunes fondant à 155°. Ces produits sont obtenus par la méthode de Græbe en chauffant les naphtols correspondants avec de l'oxyde de plomb.

J. von Arx. Sur l'α et β oxynaphtylène phenylène. (*Berichte*, XIII, 1726, Genève.)

Ces composés, analogues aux précédents et qui s'obtiennent par la même méthode, constituent : le produit α des aiguilles jaunes fondant à 178°, le produit β des écailles fusibles à 296°.

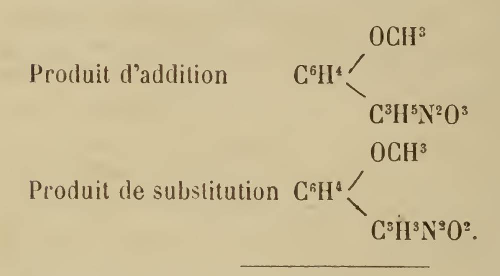
M. Richter. Sur le dinaphtylméthane. (*Berichte*, XIII, 1728, Genève.)

L'auteur a préparé le β dinaphylmethane au moyen de l'acétone correspondante; ce composé fond à 92°. Il diffère donc de celui que Grabouski (*Berichte*, Berlin, VII, 1605) avait déjà obtenu par une autre méthode.

P. Tönnies. Action de l'acide azoteux sur l'anethol. (*Berichte*, XIII, 1845, Genève.)

En faisant agir de l'azotite de soude sur une solution d'anethol dans l'acide acétique, on obtient deux produits : l'un d'addition, l'autre de substitution. Ce dernier fond à 97°.

Ces produits ont la composition suivante :



Produit d'addition $C^6H^4 \left\langle \begin{array}{l} OCH^3 \\ C^3H^5N^2O^3 \end{array} \right.$

Produit de substitution $C^6H^4 \left\langle \begin{array}{l} OCH^3 \\ C^3H^3N^2O^2. \end{array} \right.$

GÉOLOGIE.

Dr J. Hann, Dr F. de Hochstetter & Dr A. Pokorny. Allgemeine Erdkunde, etc. Géologie générale. Précis de géographie astronomique et physique de géologie et de biologie (3me éd. Prague, 1881).

Cet ouvrage, dont les éditions précédentes avaient été écrites pour l'instruction supérieure dans les écoles autrichiennes, a été considérablement augmenté, et travaillé à nouveau par ses auteurs; il s'offre aujourd'hui à un cercle plus étendu de lecteurs et aspire à réclamer l'attention des amis de la nature. Il nous semble pouvoir être considéré comme un excellent résumé de l'état actuel de la science et des sciences géologiques. Avec toute la précision et la netteté d'un manuel scolaire, il renferme un abrégé suffisamment complet de toutes les théories importantes, et tous les chiffres et toutes les formules qui peuvent être utiles pour le travail journalier du naturaliste; parfaitement au courant des dernières recherches modernes, il peut être recommandé comme un *vade mecum* sûr et fidèle des sciences qui s'occupent de l'étude de la terre dans son histoire présente et passée.

ZOOLOGIE

The Voyage of H. M. S. Challenger. — Zoology. Vol. I. (London, 4°. 556 p., 110 pl.)

Ce volume est le premier d'une série de dix ou douze semblables qui seront consacrés à la description des animaux rapportés par les naturalistes du « Challenger [1]. » Il est précédé d'une préface et d'une introduction générale écrites par sir Wyville Thomson. L'introduction donne quelques détails sur les aménagements du navire, les opérations de dragage, les moyens de conservation des animaux. etc. Nous y trouvons les renseignements suivants qui dénotent l'importance des collections récoltées pendant le voyage. Celles-ci étaient contenues dans 563 caisses renfermant 2270 grands bocaux de verre, 1749 plus petits, 1860 tubes et 176 boîtes de fer blanc. comprenant des échantillons dans l'esprit de vin ; 180 caisses d'échantillons secs et 22 tonneaux d'objets dans la saumure. L'auteur présente aussi quelques considérations sur la nature du fond de la mer, sur la faune des abîmes, son uniformité et son origine. Il termine par des « Conclusions générales » dans lesquelles sont résumés brièvement les résultats géologiques et biologiques qu'ont fourni les expéditions entreprises dans ces douze ou treize dernières années et en particulier celle qu'il a dirigée avec tant de talent et d'énergie.

On sait que les collections zoologiques du Challenger ont été confiées aux spécialistes les mieux qualifiés pour traiter chaque groupe. Le présent volume renferme six mémoires rédigés par autant d'auteurs différents. Nous avons les Brachiopodes, par M. Th. Davidson; les Pennatulides, par le professeur A. von Kölliker; les Ostracodes, par M. G. St. Brady; les parties solides des Cétacés, par le professeur W. Turner; le développement de la *Chelonia viridis*, par M. W. Kitchen Parker, et les Poissons côtiers, par M. A. Günther.

Le travail de M. Davidson a porté sur 34 ou 35 espèces.

[1] On sait que de nombreux rapports et mémoires ont déjà paru sur les résultats de la grande expédition anglaise. Une liste bibliographique de ce qui a été publié jusqu'en 1879, se trouve dans l'ouvrage de M. Moseley : « Notes by a Naturalist on the Challenger. »

La plus grande profondeur à laquelle le Challenger ait dragué des Brachiopodes est de 5300 mètres. Mais ces animaux semblent vivre principalement entre la surface et 183 mètres (100 brasses) ; ils deviennent moins abondants lorsque l'on descend entre 183 et 915 mètres, et sont rares entre 915 et 5300 mètres. Constatons toutefois que des formes remarquables habitent les profondeurs, car la *Terebratulina Wyvillii*, Dav., qui est la plus belle et la plus grande espèce connue du genre a été trouvée à 710 mètres et une autre espèce nouvelle, la *Terebratula Wyvillii*, a été draguée seulement entre 1860 et 5300 mètres. Cette dernière peut à peine se distinguer, dit M. Davidson, de la *Terebratula Boneti*, Zeuschner, du Kimméridgien de Suisse.

M. Kölliker a eu entre les mains 38 espèces de Pennatulides, parmi lesquelles se trouvaient 27 espèces et 7 genres nouveaux. L'étude de ces formes a amené l'auteur à proposer un nouvel arrangement de l'ordre des Pennatulides. La distribution bathymétrique de ces Polypes est beaucoup mieux connue aujourd'hui que lorsqu'a paru la monographie de M. Kölliker. Il conclut, des faits réunis actuellement, que la grande majorité des formes à organisation élevée habitent les eaux profondes et que, par contre, les groupes inférieurs à l'exception des Veretillidæ, habitent les grandes profondeurs ; on a dragué sept espèces d'*Umbellula* entre 2500 et 4460 mètres. M. Kölliker fait remarquer que les formes les plus simples sont probablement les plus anciennes et peuvent être regardées comme des restes de faunes éteintes.

Le travail de M. Brady sur les Ostracodes est assez considérable (184 p. et 44 pl.) ; néanmoins, malgré l'abondance des materiaux, l'auteur a été désappointé. Ces Crustacés diminuent évidemment de nombre avec la profondeur. L'ensemble des dragages au-dessous de 2700 mètres n'a fourni que 19 espèces, tandis qu'un seul coup de drague en eau peu profonde en a ramené 28.

M. Flower a étudié des parties de squelettes appartenant au *Mesoplodon Layardi* et au *Ziphius cavirostris*, ainsi que d'autres fragments dont la plupart ont été ramenés du fond de l'Océan par la drague. Ils se trouvent sur certains points en quantité considérable ; dans une seule station on a ré-

colté plus de 90 caisses tympaniques. A peu près toutes les pièces que l'on s'est procuré de cette manière sont revêtues d'une couche plus ou moins épaisse de péroxide de manganèse et de fer. Le manganèse a souvent pénétré dans la substance des os.

Les Poissons côtiers étudiés par M. Günther formaient une collection de 520 espèces dont 94 étaient nouvelles. Malgré cet important contingent de nouveautés, le mémoire du savant ichthyologiste offre nécessairement un intérêt moindre que celui qu'il prépare sur les Poissons des grandes profondeurs et qui paraîtra dans le troisième volume.

Plusieurs monographies très importantes pour l'histoire des animaux des abîmes sont prêtes ou très avancées, de sorte que l'on peut espérer de voir les volumes se succéder avec rapidité. A. H.

J.-W. Dawson. Revision of the Land Snails of the Paleozoic era,..... Révision des Mollusques terrestres de l'époque paléozoïque, avec descriptions d'espèces nouvelles. (*American Journal of science*, vol. XX, N° 119, nov. 1880.)

Les Pulmonés operculés n'ont pas été trouvés dans des terrains antérieurs à l'éocène, et les Pulmonés inoperculés aquatiques ne se rencontrent pas avant le wealdien. Quant aux Inoperculés terrestres on en connaissait déjà du carbonifère; mais on n'en a encore point découvert de traces entre ce terrain et les tertiaires. Il y a là une lacune qui prouve combien nos documents paléontologiques sont encore incomplets.

Quatre espèces de Pulmonés inoperculés terrestres avaient été décrites du carbonifère. M. Dawson signale deux nouvelles formes paléozoïques, dont l'une provient du d vonien. Des descriptions soignées, accompagnées de bonnes figures et de discussions critiques, épuisent en quelque sorte l'histoire de ces quelques Mollusques terrestres qui sont les plus anciens que l'on ait signalés jusqu'à présent. Ils proviennent tous de l'Amérique du Nord. Ce qui est le plus digne de remarque chez ces coquilles, c'est la ressemblance frappante qu'elles présentent avec certaines formes vivantes. Plusieurs d'entre elles appartiennent au

genre *Pupa* et sont même très voisines de types subgénériques représentés encore aujourd'hui en Amérique. Une autre est une petite coquille héliciforme qu'on ne peut pas séparer du genre *Zonites* de la faune actuelle. Enfin, la dernière, bien qu'elle ait été placée dans un genre nouveau, est très voisine de certains petits Pulmonés américains vivants (Stenotrema, etc.).

Toutes les espèces paléozoïques connues sont de petite taille, sans être cependant plus petites que certaines coquilles actuelles des même types.

Les espèces décrites et figurées sont :

1° *Pupa vetusta*, Dawson. Découvert en 1851 par Sir Charles Lyell et M. Dawson dans des troncs creux de Sigillaria. Ce mollusque a dû vivre pendant une période excessivement longue, car les lits les plus supérieurs et les plus inférieurs dans lesquels on le trouve sont séparés par une épaisseur de 2.000 pieds comprenant 35 couches de houille et de nombreux lits intermédiaires supportant des arbres debout.

2° *Pupa Bigsbyi*, n. sp. Trouvé dans les mêmes circonstances.

3° *Pupa Vermillionensis*, Bradley. Carbonifère de l'Illinois.

4° *Zonites (Conulus) priscus*, Carpenter. Trouvé avec le *Pupa vetusta*.

5° *Dawsonella Meeki*, Bradley. Cette coquille, qui a été découverte dans les mêmes couches que le *Pupa vermillionensis* paraît être un Helix à ouverture fortement contractée par une large expansion lamellaire de la columelle et à bord externe épaissi et légèrement réfléchi.

6° *Strophites grandæva*, n. sp. L'unique échantillon connu provient des couches à végétaux de l'Érien moyen et supérieur (Dévonien) du Nouveau Brunswick qui ont fourni les seuls insectes dévoniens que l'on connaisse. C'est une coquille cylindrique ayant au moins quatre tours de spire ; sa surface est ornée de fortes carènes verticales. M. Dawson pense qu'elle devait ressembler beaucoup à celles du genre Strophia d'Albers.

M. Dawson exclut des Mollusques le genre *Palæorbis* admis par certains naturalistes allemands. Il montre que ce n'est autre chose qu'un tube de *Spirorbis*. A. H.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

M. le prof. E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS DE JANVIER 1881.

Le 1er, bise l'après-midi et le soir.
4, brouillard tout le jour.
5, brouillard, neige le soir; hauteur de la couche 50mm.
6, brouillard jusqu'au soir, où la bise commence à souffler avec force.
7, forte bise tout le jour.
8, bise le matin.
11, brouillard dans la matinée; le soir halo lunaire.
12, gelée blanche le matin.
14, halo solaire à 2 h. après midi; forte bise depuis midi.
15, forte bise le matin.
17, forte gelée blanche le matin; brouillard une partie de la journée.
18, neige et grésil le matin; hauteur de la couche tombée 30mm. Brouillard l'après-midi et le soir.
19, brouillard le matin; à 7 h. $^3/_4$ m. chute de grésil formé de glaçons ayant la forme de segments sphériques avec un rayon de 10mm pour les plus gros. A 11 h. 28 m coup de tonnerre suivi d'une nouvelle chute de grésil.
20, très fort vent du SO. pendant toute la nuit et dans la journée jusqu'à 4 h. après midi; faibles chutes de neige à plusieurs reprises.
21, brouillard le matin; à plusieurs reprises dans l'après-midi quelques flocons de neige, mais en quantité non mesurable.
22, forte bise tout le jour; faible chute de neige le soir.
25, brouillard le matin; neige depuis midi; hauteur de la couche tombée 212mm.
26, pluie et neige dans la soirée; hauteur de la couche tombée 55mm.
27, brouillard une partie de la journée; pluie le soir.
29, pluie le matin; brouillard le soir.
30, pluie et brouillard.
31, brouillard.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM.

	mm
Le 2 à 10 h. soir	735,47
7 à 10 h. matin	732,27
14 à 6 h. matin	718,97
16 à 10 h. soir	726,40
18 à 10 h. soir	714,98
21 à 8 h. matin	728,96
24 à 10 h. matin	732,12

MINIMUM.

	mm
Le 5 à 6 h. matin	721,53
13 à 2 h. après midi	713,24
15 à 6 h. matin	712,71
18 à 6 h. matin	711,83
19 à 2 h. après midi	710,20
22 à 4 h. après midi	722,64
29 à 10 h. soir	711,17

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale	Température C. Moyenne des 24 heures	Température C. Écart avec la temp. normale	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Tension de la vap. Moy. des 24 h.	Tension de la vap. Écart avec la tension normale.	Fract. de saturation en millièmes Moy. des 24 h.	Fract. de saturation Écart avec la fraction norm.	Fract. de saturation Minim.	Fract. de saturation Maxim.	Pluie ou neige Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige Nomb. d'h.	Vent dominant.	Nébulosité moyenne	Temp. du Rhône Midi.	Temp. du Rhône Écart avec la temp. normale	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	°	°	°	°	millim.	millim.					mm.				°	°	cm
1	733,11	+ 5,29	+ 0,86	+ 1,07	— 0,9	+ 2,6	4,08	+0,06	851	— 14	590	960	...	...	NNE. 2	0,49	...	.....	106,0
2	734,21	+ 6,37	— 1,14	— 0,90	— 3,0	+ 0,4	3,44	—0,58	829	— 36	780	840	...	...	NNE. 1	0,66	6,8	+ 1,4	108,2
3	731 90	+ 4 04	— 2,08	— 1,82	— 3 0	— 1,1	3,36	—0,66	875	+ 10	800	930	...	...	NE. 1	1,00	6,0	+ 0,6	107,5
4	727,16	— 0,71	— 1,25	— 0,97	— 2,6	— 0,2	3,84	—0,18	930	+ 65	860	940	...	...	E. 1	1,00	6,0	+ 0,7	111,3
5	723,16	— 4,73	+ 0,77	+ 1,06	— 1,2	+ 2,2	4,16	+0,13	870	+ 5	660	990	6,1	6	NE. 1	0,97	6,9	+ 1 6	102,5
6	728,15	+ 0,25	+ 2,27	+ 2,58	+ 0,3	+ 3,0	4,50	+0,47	843	— 22	760	890	...	...	NNE. 1	1,00	6,3	+ 1,0	107 9
7	731,65	+ 3,74	— 1,63	— 1,31	— 2,3	+ 2,2	3,31	—0,72	837	— 28	770	890	...	...	NE. 3	1,00	5,7	+ 0 5	107 2
8	729,56	+ 1,65	— 2,11	— 1,79	— 4,4	+ 1,0	2,94	—1,10	744	—121	530	860	...	...	NE. 2	0,29	5,6	+ 0,4	105 5
9	726 89	— 1,03	— 2,32	— 2,00	— 3,6	— 1,6	2 98	—1 06	789	— 75	730	830	...	...	E. 1	0 97	...	.....	104 0
10	723 90	— 4 02	— 3,73	— 3,41	— 5,6	— 0,9	3,00	—1,05	881	+ 17	790	980	...	...	variable	0,69	6,0	+ 0,9	103 7
11	719 22	— 8,70	— 0,38	— 0 06	— 4,7	+ 2,9	3 61	—0,44	809	— 55	630	930	...	...	SSO. 1	0,61	6,4	+ 1 3	103,0
12	716 88	—11,04	+ 0,77	+ 1,08	— 3,3	+ 3,9	3,90	—0,16	803	— 60	620	910	...	...	SSO. 1	0,71	6,2	+ 1,1	101,0
13	713 91	—14,01	— 0,13	+ 0,17	— 1,8	+ 2,6	3,78	—0 29	851	— 12	730	910	...	...	SSO. 1	0,90	6,0	+ 1,0	102,5
14	715,93	—11,98	— 1 95	— 1,66	— 4,2	— 0,4	3,06	—1,01	783	— 79	710	850	...	...	NNE. 2	0,82	5,8	+ 0,8	101,0
15	714,04	—13 86	— 3,41	— 3 14	— 4,1	— 2,4	2,79	—1,29	810	— 52	750	860	...	...	NE. 2	1,00	5,1	+ 0,1	101 0
16	722,67	— 5,22	— 6,31	— 6,06	—10,1	— 2,9	2,08	—2,01	770	— 91	590	910	...	...	variable	0,30	...	.....	101 0
17	723,51	— 4,37	— 7,21	— 6,98	—13,0	— 3,6	2,23	—1,87	839	— 22	710	1000	...	...	SSO. 1	0,67	4,7	— 0,2	95,0
18	713 43	—14,44	— 2,36	2,16	— 4,5	— 0,5	3,71	—0,39	972	+112	900	1000	6,3	8	SSO. 1	0,92	4,7	— 0,2	97,0
19	710,99	—16,86	+ 0,99	+ 1,17	— 3,1	+ 6,0	3 80	—0 31	796	— 63	440	1000	4,9	5	variable	1,00	4,8	— 0 1	96,0
20	719,66	— 8,17	— 1,93	— 1,79	— 4,9	+ 4,8	3,10	—1,02	820	— 38	650	970	0,9	2	SO. 2	0,88	4,8	— 0,1	96,5
21	728 06	+ 0,25	— 5,69	— 5,58	—10,1	— 2,7	2,57	—1,56	867	+ 9	720	990	...	...	variable	0,93	4,9	0,0	96,[illegible]
22	723,78	— 4,01	— 5,90	— 5,83	— 7,3	— 3,9	2 41	—1,73	850	— 7	670	930	0,7	5	NE 2	1,00	4,3	— 0,5	99,2
23	725,74	— 2 03	— 7,56	— 7,53	— 9,6	— 5,9	1,94	—2,21	777	— 79	520	930	...	...	NE. 2	0,19	...	.....	98,0
24	731,16	+ 3,42	— 7,08	— 7,09	— 9,1	— 6,3	2,20	—1,95	843	— 12	780	900	...	...	NNE. 1	1,00	4,0	— 0,8	97,5
25	725,21	— 2,50	— 5,74	— 5,80	— 9,2	— 4,0	2,89	—1,27	973	+119	910	1000	16,4	12	S. 1	0,99	4,6	— 0,2	93,7
26	722 34	— 5 34	— 0,64	— 0,74	— 4,6	+ 5,4	3,84	—0,33	884	+ 31	470	1000	11,5	9	SSO. 1	0,78	4,6	— 0,2	94,5
27	717,57	—10 08	+ 1 99	+ 1,84	— 0 6	+ 6,1	4,93	+0,75	934	+ 83	820	1000	2,1	5	variable	0,78	4,8	0,0	96,0
28	714,81	—12,80	+ 6,78	+ 6,57	— 0 2	+10,5	4,88	+0,69	663	—187	480	930	...	...	SSO 2	0,88	5,2	+ 0,4	96,5
29	714, 3	—13,04	+ 4,62	+ 4,36	+ 1,6	+ 7,2	5,82	+1,62	929	+ 80	820	1000	2,8	4	variable	0 77	5,5	+ 0,7	97,6
30	714,43	—13 10	+ 3,63	+ 3,31	+ 0,3	+ 5,2	5,80	+1,59	972	+124	920	1000	5,3	12	variable	0,98	..	....	94,0
31	719,64	7,85	+ 3,57	+ 3,19	+ 0,7	+ 5,9	5,28	+1,06	896	+ 50	730	970	...	...	variable	0,67	5,4	+ 0,6	96,5

MOYENNES DU MOIS DE JANVIER 1881.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	728,97	729,31	729.63	728.91	728,54	728.72	728.99	729.07	729.05
2e »	716 88	716 93	717,13	717.16	716 92	717.22	717,22	717,57	717 99
3e »	721,56	721,92	722.13	721,98	721.27	721,19	721,21	721,27	721,16
Mois	722 44	722,69	722,94	722.66	722,21	722,34	722 43	722,59	722,68
Température.									
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	— 1,50	— 1.64	— 1,17	— 0 22	+ 0 14	— 0,28	— 1,02	— 1,47	— 1 25
2e »	— 3,54	— 3.61	— 2,57	— 1,44	— 0.74	— 0.77	— 1 60	— 1 73	— 2 08
3e »	— 2 70	— 2,75	— 0,93	+ 0,72	+ 0.89	+ 0,34	— 0.49	— 1,06	— 1.41
Mois	— 2,59	— 2,67	— 1,54	— 0.28	+ 0.12	— 0,22	— 1.02	— 1,41	— 1,58
Tension de la vapeur.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	3,62	3.45	3.53	3 49	3,59	3.64	3.72	3.68	3 60
2e »	3,17	3,07	3 26	3 33	3 32	3.34	3,19	3.22	3 23
3e »	3 73	3.69	3.81	3.88	3.98	4,06	4,09	3.95	3 91
Mois	3,52	3,42	3,54	3,58	3,64	3,69	3,68	3,62	3,59
Fraction de saturation en millièmes.									
1re décade	876	843	830	774	774	783	868	884	854
2e »	890	864	844	802	749	759	774	805	822
3e »	939	9 9	827	762	768	825	882	899	907
Mois	903	877	834	779	764	790	843	864	863

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel	Température du Rhône.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	0	0		0	mm	cm
1re décade	— 2,63	+ 0,76	0,81	6.16	6.1	106,38
2e »	— 5 37	+ 1.04	0,78	5,39	12,1	99,40
3e »	— 4 37	+ 1,59	0.81	4,81	38.8	96,36
Mois	— 4,13	+ 1,15	0,80	5,43	57,0	100,57

Dans ce mois, l'air a été calme 0,7 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 1,66 à 1,00.

La direction de la résultante des vents observés est N.-56°,1-E. et son intensité est égale à 29,7 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU GRAND SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE JANVIER 1881

Le 1er, très forte bise et brouillard tout le jour.
3, forte bise jusqu'à 6 h. du soir, plus tard c'est le vent du SO. qui souffle avec force ; neige et brouillard depuis midi.
4, brouillard et neige tout le jour par un fort vent du SO.
5, id , fort vent du SO. jusqu'à midi.
6, id., la bise commence à souffler dans la soirée.
12, neige et brouillard le soir.
13, neige et brouillard jusqu'au soir.
14, brouillard le matin ; neige et fort vent du SO. le soir.
15, brouillard le matin et le soir ; vent du SO. le matin ; bise le soir.
16, brouillard jusqu'à midi ; forte bise tout le jour.
18, neige jusqu'un peu après midi ; fort vent du SO.
19, neige et brouillard presque tout le jour ; fort vent du SO.
20, neige et brouillard tout le jour ; depuis midi la bise souffle avec force.
21, neige l'après-midi.
22, brouillard le soir.
23, neige et brouillard tout le jour.
24, brouillard le soir ; fort vent du SO.
25. neige le soir ; fort vent du SO.
29, neige et brouillard tout le jour.
30, neige dans la nuit et le matin ; brouillard tout le jour.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM	mm	MINIMUM.	mm
Le 2 à 10 h. soir	567,24	Le 5 à 2 h. après midi	559,24
7 à 6 h. matin	564,62	15 à 6 h. matin	545,94
17 à 10 h. matin	556,27	20 à 8 h. matin	548,32
21 à 10 h. matin	557,24	23 à 8 h. matin	553,24
24 à 10 h. soir	561,15	30 à 6 h. matin	552,07

SAINT-BERNARD. — JANVIER 1881.

Jours du mois.	Baromètre.				Température C.				Pluie ou neige.			Vent dominant.	Nébulosité moyenne.
	Hauteur moy. des 24 heures.	Écart avec la hauteur normale.	Minimum.	Maximum.	Moyenne des 24 heures.	Écart avec la température normale.	Minimum.	Maximum.	Hauteur de la neige.	Eau tombée dans les 24 h.	Nombre d'heures.		
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°	millim.	millim			
1	562 41	+ 1.05	561.88	563 16	—14,81	— 6.20	—17,2	—13,1	.....	.....	....	NE. 2	1,00
2	565,85	+ 4,52	564 39	567,24	—11,20	— 2 56	—13,7	— 9,9	.....	.....	....	NE. 2	0,09
3	565,46	+ 4.15	564,86	566,81	— 8,15	+ 0,52	— 9,9	— 6,9	80	5,6	....	NE. 2	0,64
4	562 85	+ 1 56	561,80	564,38	— 7,17	+ 1,53	— 7,8	— 6,7	160	12,0	....	SO. 2	0,97
5	559,64	— 1,63	559,24	560.24	— 4.05	+ 4,68	— 4,9	— 3,2	180	16,2	....	SO. 2	0,99
6	562 72	+ 1,47	560 92	564,52	— 5,00	+ 3,77	— 6,9	— 3,4	60	5,0	....	variable	0 86
7	563 35	+ 2.12	561,81	564,62	— 6,77	+ 2,03	— 7,9	— 5,0	.....	.....	....	NE. 1	0,00
8	561,48	+ 0.27	561 29	561 87	— 6,91	+ 1,92	— 8,2	— 5,0	.....	.....	....	NE. 1	0,00
9	558,71	— 2,47	557,94	559,63	— 9,35	— 0,50	—12,5	— 4 9	.....	.....	....	NE. 1	0 00
10	556 41	— 4,74	556,09	556 98	—11,60	— 2.73	—12.2	—10,2	.....	.....	....	NE. 1	0,00
11	553.97	— 7,15	553.59	554,65	— 9,99	— 1,10	—11,6	— 6,9	....	.....	....	NE. 1	0,17
12	552.36	— 8 74	551,35	553,24	— 8,34	+ 0,57	— 9.9	— 6,3	90	5,3	....	SO. 1	0,64
13	548 86	—12,21	547 98	550,46	—11,20	— 2.27	—13,7	— 9 0	80	4,0	....	NE. 1	0,86
14	548.93	—12,11	547,83	550,18	—16.67	— 7,72	—18,1	—14,5	100	7,9	....	SO 2	0.91
15	546,36	—14,65	545,94	546 65	—15,05	— 6,08	—16,9	—11,9	.....	.....	....	NE. 2	0 79
16	551 45	— 9.53	547.71	554,93	—20,59	—11,60	—21,7	—19,1	.....	.....	....	NE. 2	0,39
17	555 86	— 5,09	555,58	556 27	—16,08	— 7,07	—17,8	—13,2	.....	.....	....	SO. 2	0 51
18	552.44	— 8.48	552,05	552.80	—10.91	— 1,89	—16,0	— 6,9	140	12,1	....	SO. 1	0,77
19	549,46	—11,43	548,50	551,51	— 8,75	+ 0 28	—10,6	— 7,0	90	7.8	....	SO. 2	0 90
20	550.62	—10,24	548,32	553,73	17,48	— 8.44	—19,6	—14,0	90	6,1	....	NE. 3	1,00
21	556.74	— 4 08	556,14	557,24	—16 00	— 6,95	—21,4	—13,8	100	6,8	....	NE. 1	0,78
22	555.11	— 5.68	554.31	555.97	—12,08	— 3,02	—12,6	—11.0	.....	.....	....	SO. 1	0,92
23	554 94	— 5.82	553.24	557,52	—14,83	— 5,76	—17 7	—12 3	190	14,8	....	NE. 2	0,80
24	560 32	— 0,41	559.47	561,15	—17,05	— 7 98	—18,7	—15,9	.....	.....	....	SO. 2	0 32
25	558,87	— 1.82	557,62	560.14	—16.51	— 7.43	—17,8	—15,1	100	10,0	....	SO. 2	0.97
26	557,25	— 3 40	557 00	557,50	— 9,73	— 0.65	—11,5	— 8,2	.....	.....	....	SO. 1	0,30
27	555 83	— 4.78	555,59	556,05	— 6,58	+ 2,50	—10.3	— 3 2	.....	.....	....	SO. 2	0,37
28	554 31	— 6,26	553,73	555.16	— 5,41	+ 3,67	— 7,2	— 3.0	.....	.....	....	NE. 1	0,70
29	553,90	— 6 64	553,14	554.69	— 5,78	+ 3.30	— 7.2	— 3 9	120	10,4	....	SO. 1	0,94
30	553.26	— 7,25	552,07	555 31	— 5.41	+ 3 66	— 6,6	— 3,5	130	11,3	....	NE. 1	0.91
31	556,50	— 3,98	556,17	556,76	— 7,25	+ 1,82	—11,5	— 3,3	.....	.....	....	NE. 1	0.31

MOYENNES DU MOIS DE JANVIER 1881.

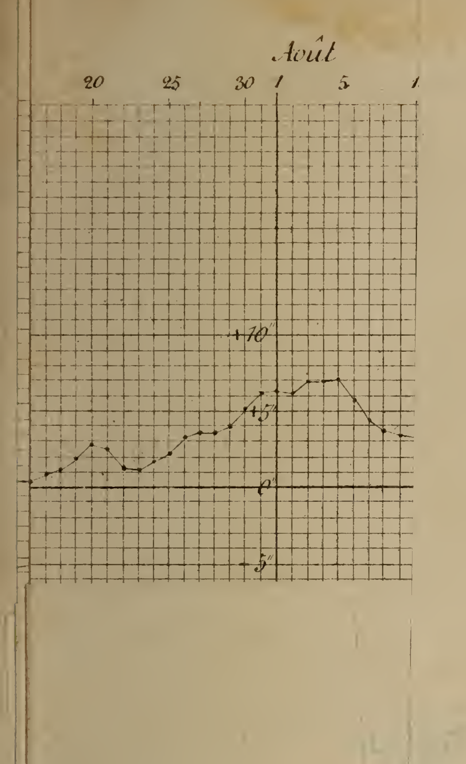
	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	562,14	562 11	562 09	561 88	561,63	561,75	561,81	561,88	561,93
2e »	550 99	550,97	551,09	550,87	550,76	551,03	551,16	551,23	551,41
3e »	555 92	555,98	556,14	556,12	555,93	556,06	556,21	556 30	556,38
Mois	556,34	556,34	556,43	556,29	556,10	556,27	556,39	556,47	556 57
Température.									
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	— 8,70	— 8 60	— 8 21	— 7,61	— 7,15	— 8,20	— 8,72	— 8,81	— 9,00
2e »	—13 73	—13 96	—13,05	—12,02	—12 22	—13,46	—13 91	—13,88	—13,80
3e »	—11,75	—11 55	—10,15	— 9,08	— 9,13	— 9,88	—10,55	—10,85	—10,95
Mois	—11,41	—11,37	—10,46	— 9,55	— 9,49	—10,49	—11,05	—11,17	—11,24

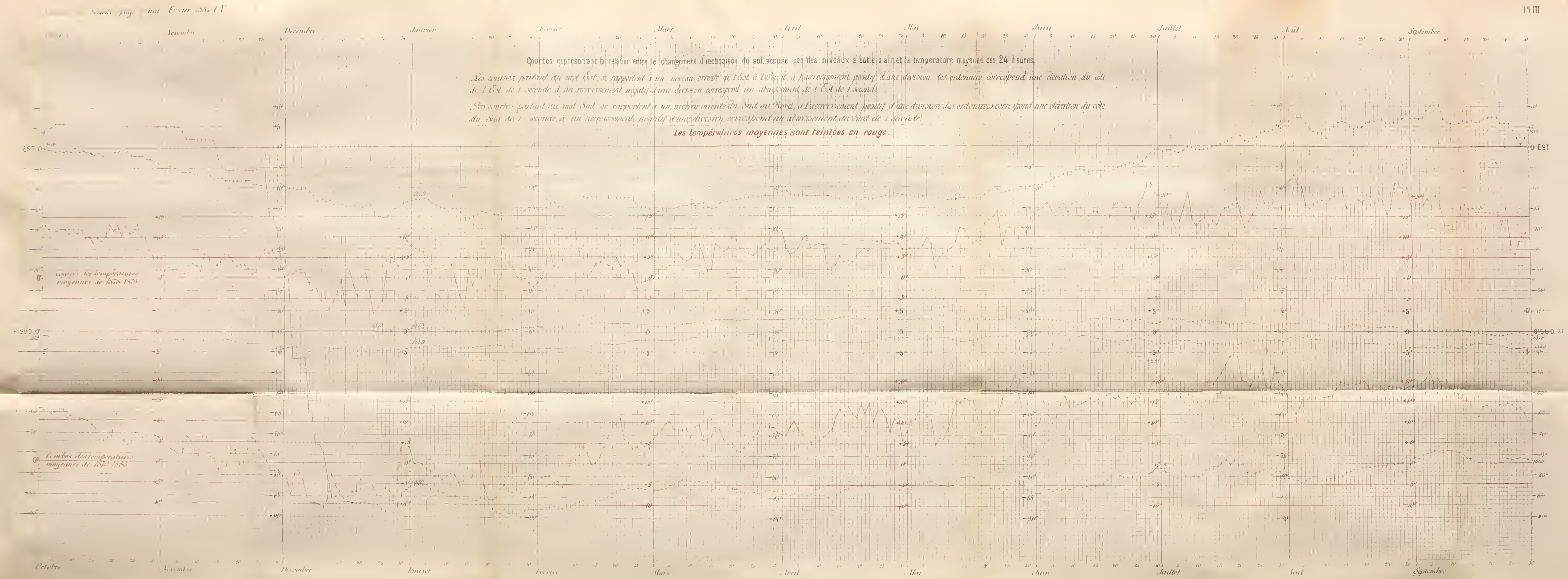
	Min. observé.	Max. observé.	Nébulosité.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	0	0		mm	mm
1re décade	—10,12	— 6,83	0,45	38,8	480
2e »	—15,59	—10,88	0,69	43,2	590
3e »	—12,95	— 8,47	0,66	53,3	640
Mois	—12,89	— 8,72	0,61	135,3	1710

Dans ce mois, l'air a été calme 0,0 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 1,23 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E., et son intensité égale à 15,4 sur 100.


Août
20
25
30
1
5
+10″
+5″
0″
-5″


Courbes représentant la relation entre le changement d'inclinaison du sol accusé par des niveaux à bulle d'air et la température moyenne des 24 heures.
Les courbes partant du mot Est se rapportent à un niveau orienté de l'Est à l'Ouest, à l'accroissement positif d'une division des ordonnées correspond une élévation du côté de l'Est de 1 seconde, à un accroissement négatif d'une division correspond un abaissement de l'Est de 1 seconde.
Les courbes partant du mot Sud se rapportent à un niveau orienté du Sud au Nord, à l'accroissement positif d'une division des ordonnées correspond une élévation du côté du Sud de 1 seconde, à un accroissement négatif d'une division correspond un abaissement du Sud de 1 seconde.
Les températures moyennes sont teintées en rouge
Courbes des températures moyennes de 1878-1879
Courbes des températures moyennes de 1879-1880
EST
SUD
Octobre
Novembre
Décembre
Janvier
Février
Mars
Avril
Mai
Juin
Juillet
Août
Septembre

REVUE GÉOLOGIQUE SUISSE

POUR L'ANNÉE 1880

PAR

M. ERNEST FAVRE

(Suite.)

II. Terrains.

Terrains primaires.

M. Rothpletz[1] a décrit le gneiss du Bifertengrätli dans le massif du Tödi. Il reconnaît dans cette roche deux sortes d'éléments, les éléments primaires, parallèles à la stratification (la plagioclase, le quartz et le mica moscovite qui est moins abondant) et les secondaires, disséminés sans liaison avec elle et provenant du métamorphisme; ils sont plus finement cristallisés que les premiers et se composent de mica, de quartz, de spath calcaire et d'une sorte de kaolin. Le mica en particules fines est de la séricite. Ce minéral, qui forme des aggrégats semblables à du feutre, à éclat soyeux, se trouve dans le gneiss, le terrain houiller et le verrucano; il est disséminé dans la masse et surtout dans les interstices résultant de la schistosité, preuve qu'il est bien de formation secondaire; il pénètre jusque dans les cristaux primaires de quartz.

Outre la stratification, on observe dans le gneiss une schistosité qui en est indépendante. La première est visible quand les bancs sont formés de roches de couleurs ou d'éléments variés; mais lorsqu'ils sont de même nature, elle s'efface devant la schistosité marquée par les zones secondaires de séricite. La pression exercée par le poids des masses et celle qui a causé le soulèvement ont agi pen-

[1] Die Steinkohlen-Formation.....

dant un temps très long et ont produit dans les éléments mêmes de la roche une multitude de fissures visibles seulement au microscope et qui sont la cause de la schistosité; on en reconnaît 4 à 8 dans des cristaux de quartz ou de feldspath de 1^{mm} de diamètre; elles expliquent la possibilité du contournement des roches qui a été attribuée à leur plasticité sous haute pression.

Contact du gneiss et des calcaires. La Commission géologique a publié un mémoire de M. Baltzer [1] sur la zone de contact du gneiss et des terrains sédimentaires dans les Alpes bernoises. Cet ouvrage présente une étude complète de ce sujet qui sera accueillie avec d'autant plus de faveur que de nombreuses coupes, des panoramas et une carte à 1 : 50,000 permettent au lecteur de suivre jusque dans les détails les descriptions et d'apprécier lui-même les phénomènes si bizarres de cette région. L'auteur nous prévient d'abord qu'ils n'ont aucun rapport avec ceux qu'on observe au contact des roches éruptives. Il s'agit ici du contact de formations d'origine sédimentaire auquel des phénomènes mécaniques et tectoniques ont donné une nature extraordinaire. Jusqu'ici quelques points (Jungfrau, Mettenberg, Gstellihorn, etc.) avaient seuls attiré spécialement l'attention des géologues. M. Baltzer a fait l'étude détaillée de cette zone qui forme, sur une longueur de 63 kilomètres, de Lauterbrunnen à la vallée de la Reuss, la limite nord du massif du Finsteraarhorn. Voici quelques indications sur les terrains de cette région :

1. La roche la plus ancienne est le gneiss, dont un des éléments

[1] Baltzer, Der mechanische Contact von Gneiss und Kalk im Berner-Oberland. *Beitr. zur geolog. Karte der Schweiz*, 1880, XX (Atlas de 13 pl. et 1 carte).

caractéristiques est une matière verdâtre formée de mica et surtout de divers minéraux plus ou moins décomposés; il renferme des cristaux de plagioclase. La plus grande partie de cette roche est un gneiss gris contenant environ 65 % de silice, mais elle présente diverses variétés; près de la ligne de contact, elle est souvent déformée; les lamelles de mica y sont courbées, le quartz écrasé, et la stratification disparaît. On remarque souvent dans le gneiss la stratification, une schistosité résultant de la pression et une fausse stratification produite par le minéral verdâtre.

2. Schistes de Casanna (phyllades quartzifères, schistes à helvétan [1], micaschistes, quartzites). Ils sont identiques au verrucano, mais ils reposent sur le gneiss et sont concordants avec lui, tandis que celui-ci est discordant.

3. Schistes à anthracite, équivalents du terrain houiller, visibles seulement au Wendenpässli.

4. Grès (arkose).

5. Verrucano, très distinct du gneiss, avec lequel il est en discordance; analogue à la sernifite du canton de Glaris; conglomérat associé à des schistes de diverses natures; on y remarque parfois une schistosité transversale due à la pression.

6. Dolomie de Röthi.

7. Schistes de Quarten.

8. Schistes gris (lias ?).

9. Terrain jurassique, dont je donnerai plus loin les subdivisions et dans la partie supérieure duquel se trouvent des bancs de marbre bigarré et de marbre blanc. Le premier a fréquemment l'aspect de brèche et passe à un calcaire schisteux; le gisement le plus connu est situé au pied du glacier inférieur de Grindelwald [2]; mais il se voit tout le long du bord septentrional du massif du Finsteraarhorn, surtout dans les affleurements opposés à la zone de gneiss; on le trouve aussi, quoique moins développé, dans le voisinage de cette roche; le marbre blanc plus ou moins finement cristallisé est fréquemment en contact avec le gneiss; il y a un passage insensible de ce marbre au Hochgebirgskalk, dont il provient par métamorphisme. M. Baltzer (Rev. pour 1877, 177) explique sa forma-

[1] L'helvétan de Simmler n'est pas, d'après M. Baltzer, un minéral particulier, mais une matière provenant de la décomposition de divers minéraux.

[2] Il était exploité en 1760; recouvert en 1762 (ou entre 1770 et 1779) par le glacier, il n'a reparu qu'en 1865 par suite du retrait de la glace.

tion par l'action d'une pression continue, résultant des forces de soulèvement et du poids des masses superposées, combinée avec la chaleur provenant de la friction. Les points où les marbres sont le plus développés sont ceux où ces causes ont agi avec le plus d'énergie; cependant il y a, ici comme ailleurs, des marbres qui ont une autre origine.

10. Terrain éocène.
11. Terrains quaternaires.

L'auteur entre ensuite dans la description spéciale de la zone de contact : la Jungfrau, le Mönch, le Mettenberg, le Wetterhorn, le Gstellihorn, le Laubstock et le Pfaffenkopf, et beaucoup d'autres montagnes ont été étudiés de la manière la plus précise. La singulière structure de cette zone provient de plissements subis conjointement par le gneiss et les calcaires superposés. Ces plis ayant été déjetés, il en résulte que des calcaires pénètrent profondément dans le gneiss sous la forme de coins et que des masses considérables de cette roche recouvrent les terrains stratifiés (Wetterhorn, Mönch, Jungfrau). Parfois le pli est simple, au Mettenberg, au Mönch, où il a la forme d'un C; ailleurs, au Wetterhorn, il prend celle d'un S; il est recouvert de gneiss, auquel vient quelquefois se superposer un second pli (Jungfrau); souvent les plis sont multiples, alors le gneiss et le calcaire se pénètrent plusieurs fois (Gstellihorn); le plus bel exemple de gneiss intercalé dans le calcaire se voit à l'Urbachsattel. Ces coins ont une épaisseur qui est souvent de plusieurs centaines de mètres; la longueur en est variable; elle atteint 3 kilomètres à la Jungfrau et fréquemment 1800 à 2000^{m} sur les autres points. Ils sont réguliers, horizontaux et dus à une pression latérale qui a agi très lentement. Ils étaient primitivement en relation les uns avec les autres, mais ils ont été découpés par l'érosion; plu-

sieurs plis de calcaires sont entièrement détachés et forment des îlots au milieu du gneiss; tels sont ceux de Laubstock et du Pfaffenkopf, et celui de Mayenthal, formé de couches jurassiques fossilifères à 5 kilomètres de la zone secondaire. Les gneiss du sommet du Mönch, du Gstellihorn, etc., sont isolés par la même cause du reste du massif. Ailleurs, des déchirures se sont produites lors du soulèvement et c'est à cette cause que l'on peut attribuer les fragments de gneiss intercalés dans les calcaires ou l'inverse.

Les formations intermédiaires entre le gneiss et le calcaire sont presque partout régulièrement développées et ont été soumises aux mêmes contournements que ces terrains. Le gneiss plonge d'environ 40 à 60° au SE. et il est en discordance avec le calcaire qui plonge vers le N. ou le NO. M. Baltzer est ici en contradiction avec M. Heim, qui a cru avoir observé aux points de contact le parallélisme de la stratification, le gneiss modifiant son allure pour s'adapter au calcaire. Il ne l'a reconnu que d'une manière locale et n'admet pas qu'on puisse en tirer aucune conclusion générale. Le calcaire s'adapte au contraire fréquemment au gneiss et prend avec lui un parallélisme bien net. Du reste, la présence d'une schistosité transversale dans le gneiss augmente fréquemment l'effet de cette discordance aux yeux de l'observateur qui la confond avec la stratification. Elle a modifié la disposition des lamelles de mica, sur laquelle on ne peut plus se diriger pour reconnaître la stratification normale, et elle s'est souvent étendue aux calcaires mêmes.

Après l'exposé de ses observations, M. Baltzer examine les diverses théories émises sur la structure en éventail et l'origine de ces coins calcaires. Je ne reviendrai pas

sur ces questions souvent traitées dans cette Revue. Il explique ces phénomènes observés par la plasticité des roches, provenant de leur constitution et de la pression à laquelle elles sont soumises. Leurs contournements ont eu lieu à l'époque tertiaire lorsque les sédiments étaient solidifiés.

Sauf quelques lacunes, la mer a recouvert pendant une grande partie des temps géologiques les masses centrales ; celle du Finsteraarhorn a été revêtue d'un dépôt continu de sédiments qui ont été plus tard enlevés par l'érosion, mais dont on trouve encore de nombreux restes (Pfaffenkopf, Laubstock). Ils reposent en discordance sur le terrain primitif, sauf dans quelques plis où la concordance est accidentelle. Les masses calcaires enveloppées dans le gneiss le long du versant nord de ce massif, sont les restes plus ou moins fragmentaires d'un grand pli déjeté, qui atteint son plus haut degré de complication dans le Gstellihorn. Ce pli se poursuit à l'Est de la Reuss et correspond à la partie méridionale du double pli des Alpes glaronnaises. Le massif du Finsteraarhorn présente une structure beaucoup plus simple sur le versant sud et toutes les couches y sont presque verticales; il a donc une structure unilatérale. Les failles ne jouent pour ainsi dire aucun rôle dans cette région. La discordance des roches massives et des sédiments est un des caractères importants de sa structure. L'auteur admet qu'elle peut se développer dans des terrains déposés en concordance et soumis ensemble à des plissements, et il appuie cette assertion de plusieurs exemples dont le plus connu est celui des terrains éocènes et secondaires dans le double pli des Alpes glaronnaises; cela dépend de la diversité des roches et des inégalités

de la pression. On peut aussi trouver l'explication de ce fait dans l'hypothèse de M. Lory, qu'il y a eu un premier soulèvement des gneiss avant l'époque houillère. La structure si compliquée de la zone de contact prouve que tous ces sédiments ont été plissés à l'état solide. Les actions mécaniques ont produit des phénomènes très divers, tels que les modifications du gneiss qui prend dans les plis la structure granitique et dont les éléments minéralogiques sont déformés ou écrasés; ailleurs le gneiss présente un clivage transversal; le calcaire est changé en marbre; des éléments épars ont constitué des brèches; des roches sont devenues schisteuses, d'autres ont été laminées, comme le prouve la déformation des fossiles qu'elles renferment; des fragments calcaires sont enfermés dans le gneiss ou l'inverse et certains plis aigus prennent, par suite de la pression, l'aspect de filons.

M. Baltzer se rattache à la théorie de MM. Lory et Favre relativement à la structure en éventail; mais l'explication de l'origine des coins calcaires, donnée par M. Lory (Rev. pour 1876, 139), ne s'adapte pas aux faits observés.

M. E. DE FELLENBERG[1] a poursuivi l'étude de la zone de contact des gneiss et des calcaires dans la partie S.-O. du massif du Finsteraarhorn que M. Baltzer n'a pas abordée et il a publié sur cette région des coupes remarquables, sans rattacher leur explication à aucune théorie. Ses observations commencent au S. de la Jungfrau, dans le Roththal et s'étendent par le Tellithal et le Lötschenpass à l'extrémité du massif. Il les a même poursuivies

[1] E. von Fellenberg, Die Kalkkeile am Nord- und Südrande des westlichen Theiles des Finsteraarhornmassives. *Mittheil. naturf. Ges. Bern*, 1881.

sur le versant sud, dans le Baltschiederthal et à la Schiltfurgge. Il a reconnu que ces phénomènes de contact existent aussi dans cette région et ne sont pas limités seulement au versant nord. Deux coupes de l'extrémité du massif, partant du Doldenhorn au-dessus de Gasteren et aboutissant, l'une à la vallée du Rhône à l'O. de Gampel, l'autre à Ferden dans le Lötschthal, confirment l'opinion de M. Baltzer en montrant que les sédiments ont dû recouvrir entièrement les roches cristallines. La disposition des terrains dans les coins est, du reste, très variée ; il est rare que les sédiments s'y présentent en série complète et double quoiqu'il y en ait des exemples; le plus souvent un des côtés du pli a été déformé et une grande partie des terrains a disparu par suite de la pression ; l'épaisseur des roches présente aussi les plus grandes variations. Plusieurs analyses de dolomie de Röthi, faites par M. R. de Fellenberg, ont été jointes à ce mémoire.

Terrains paléozoïques.

M. Baretti[1] a déjà donné beaucoup de renseignements géologiques sur la zone anthracifère des Alpes grecques. (Rev. pour 1879, 129). Il a repris ce sujet dans un travail récent où il la décrit spécialement dans le val d'Aoste. Cette formation repose sur les roches cristallines de la zone de la pierre verte et elle est recouverte en stratification discordante de lambeaux isolés de terrains secondaires, débris d'une immense formation presque entièrement enlevée. Le poudingue qui en forme la partie

[1] Baretti, I giacimenti antracitiferi di Valle d'Aosta. *Ann. del R. Istit. industr. e profess. di Torino*, 1880, VIII.

supérieure, a un aspect cristallin plus développé qu'en Suisse et en Savoie et passe à une véritable anagénite à grains de quartz roses, polyédriques, irréguliers, qui lui donnent, à première vue, l'aspect d'un granit. Sous le poudingue se trouvent des grès, puis des schistes dans lesquels se trouvent les gisements d'anthracite, surtout sur le bord NO. de la zone. L'auteur donne une coupe géologique et une carte du bassin de la Thuile qui renferme 32 affleurements d'anthracite et il décrit les principaux d'entre eux. Cette formation anthracifère embrasse une longueur de 7 à 8 kilomètres, une largeur de 350 à 400^m ; elle a une épaisseur de 150^m dans laquelle se trouvent 6 à 7 bancs d'anthracite ayant en moyenne 1^m de puissance. MM. Fino et B. Porro en ont analysé 27 échantillons qui présentent d'assez grandes différences de composition. Je donne ici les analyses des deux types extrêmes, desséchés à la température de 115° C. :

	A	B
Matières volatiles	5,90	4,80
Cendres	9,7	45,1
Soufre	0,11	0,21
Charbon	84,29	49,89
	100,00	100,00

La proportion de charbon, si différente dans ces deux échantillons, varie, dans la plupart des autres, entre 60 et 80 %. Le premier des types analysés dégage par la combustion 6,810 calories, le second seulement 4031. Le soufre est généralement en proportion très insignifiante.

M. Greppin [1] a publié quelques observations sur la

[1] Greppin, Observations géologiques, historiques et critiques. 5me sér., n° 4. Bâle, 1880.

géologie du Bas-Valais. Il rapporte en entier au terrain houiller le triangle de roches anciennes qui s'étend le long de la vallée du Rhône, de Saillon aux bains de Lavey et que M. Renevier a figuré sur sa carte comme schistes et grès métamorphiques et terrain carbonifère. Il en remarque la ressemblance avec la grauwacke des Vosges et il admet là la présence d'un gneiss sédimentaire superposé au terrain houiller proprement dit. Il signale aussi le fait que l'on a trouvé dans les gisements houillers de cette région, le *Calamites transitionis,* le *Sagenaria Veltheimiana,* le *Knorria imbricata* et d'autres plantes dont la présence indique généralement, suivant les observations de Kœchlin et Schimper dans les Vosges, des dépôts de charbon peu abondants et de mauvaise qualité.

M. Renevier [1] a recueilli dans le terrain houiller d'Arbignon (Bas-Valais) une aile d'insecte appartenant à une espèce différente de la *Blattina helvetica,* trouvée dans le même gisement et décrit par M. Heer.

La présence du terrain houiller et de la houille à la Sandalp, dans le massif du Tödi, a été reconnue déjà en 1807 par C. Escher, puis confirmée par plusieurs observateurs. M. Rothpletz [2] y a trouvé, au Bifertengrätli, un gisement important de plantes fossiles. Le terrain houiller, reposant sur le gneiss, est recouvert par le verrucano, la dolomie de Röthi et les terrains jurassiques. Il est formé de schistes argileux noirs, de grès et de conglomérats micacés; on y reconnaît des éléments primaires et des minéraux secondaires dont le principal est un mica séricite, à éclat argenté, qui a remplacé les éléments des végétaux houillers et qui a été analysé par M. de Marignac, puis

[1] Renevier, *Sess. de la Soc. helvét. Archives*, 1880, IV, 392.
[2] Die Steinkohlen-Formation....

par M. Terreil [1]. Ce minéral se distingue de la gumbélite par l'abondance des alcalis; il est de même nature que dans le gneiss et il revêt les fissures de la schistosité et les empreintes de plantes. Les grès quartzeux et feldspathiques sont parfois difficiles à distinguer du gneiss.

Ce terrain ne renferme pas de vrais bancs d'anthracite, mais on y trouve des troncs d'arbres et des amas charbonneux. La flore ressemble beaucoup à celle du Valais et des Alpes françaises et l'état de conservation des plantes est exactement le même; elle compte 21 espèces dont 10 ont été trouvées dans le permien et deux dans le carbonifère inférieur, mais qui appartiennent toutes au carbonifère moyen. On doit probablement la rapporter à la partie supérieure de ce dernier terrain (zone des fougères) développée dans la Savoie et le Dauphiné et dont elle renferme une des espèces caractéristiques, le *Cordaites palmæformis,* tandis qu'elle n'en contient aucune de la zone des Sigillaires.

Sur le terrain houiller reposent les roches du verrucano, dans lesquelles on retrouve le mica séricite comme élément secondaire. Elles prennent souvent aussi un aspect cristallin et il faut les examiner au microscope pour en reconnaître la nature clastique. Au Krämer, sur le flanc est du Tödi, elles reposent directement sur le gneiss, mais en stratification discordante, quoiqu'on y observe aussi la schistosité transversale de ce dernier. Une autre coupe, prise au Bifertengrätli, montre les couches du gneiss et du terrain houiller très contournées et concordantes, tandis que le verrucano repose transgressivement sur ces formations. M. Rothpletz n'est pas d'accord avec

[1] M. Gümbel en a donné plus récemment une analyse (*Rev. géol. pour 1879*, 107).

M. Heim, qui a cru reconnaître un passage graduel du gneiss au verrucano; bien que ces roches aient une grande ressemblance, elles sont d'origine toute différente. Il ne faut donc pas employer le nom de verrucano comme nom de roche, ce qui conduit à des confusions regrettables, mais seulement comme celui d'un terrain compris entre le terrain houiller et le muschelkalk; dans le massif du Tödi, il passe peu à peu à la dolomie de Röthi. Pour en fixer l'âge, l'auteur donne quatre coupes prises dans diverses parties des Alpes et dont la plus complète est celle des Alpes méridionales autrichiennes :

I. Grès bigarré (couches de Werfen).
II. *a.* Calcaire à Bellerophon, *b.* cargneule et dolomie, *c.* gypse et argile.
III. Grès de Grœden à Ullmannia Bronni, Geinitzii, Carpolithes Klockeanus, etc.
VI. Verrucano alternant avec porphyre quartzifère et tufs porphyriques : Walchia piniformis, etc. (Val Trompia).
V. Phyllade.

La combinaison de ces coupes montre que le verrucano, qui renferme en un point une vraie flore du *Rothliegende,* recouvre le terrain carbonifère; il est surmonté dans les Alpes orientales par un grès qui contient la flore du *Zechstein,* et, dans le reste des Alpes, par des dolomies et des gypses dont Buckland et Bakewell ont remarqué dès 1821 l'analogie avec ce dernier terrain.

Terrains mésozoïques.

M. P. de Loriol [1] a donné un intéressant résumé de

[1] P. de Loriol, Les Crinoïdes fossiles de la Suisse. *Assoc. franç. pour l'avanc. des sciences*, 1879.

sa monographie des Crinoïdes de la Suisse, dans lequel il signale les genres et quelques-unes des espèces les plus remarquables qu'il a décrites. Il retrace les caractères et l'histoire des principaux genres et compare le beau développement de cette classe dans les périodes anciennes avec la pauvreté de la faune actuelle, dans laquelle on n'a encore reconnu que 12 espèces, outre celles qui appartiennent aux Comatulidées. Nous avons déjà indiqué d'une manière générale (Rev. pour 1879, 130) la répartition de ces fossiles dans les terrains de la Suisse.

TERRAIN TRIASIQUE. M. GÜMBEL [1] a poursuivi dans les montagnes du Bergamasque ses recherches sur les couches à plantes fossiles et sur le calcaire à Bellerophon (Rev. pour 1879, 302), commencées dans les environs de Recoaro. Je résume ici ses conclusions :

Les grès et conglomérats à plantes fossiles du terrain permien, décrits par M. Suess, ne sont pas les équivalents des grès de Recoaro, dont la faune est identique à celle de Neumarkt dans le Tyrol. Ce dernier terrain, auquel l'auteur donne le nom de couches de Collio, apparaît déjà aux environs de Meran et de Botzen où il est associé à des porphyres. Il est souvent recouvert en concordance par les grès de Grœden, mais ceux-ci reposent parfois directement sur les phyllades et sont indépendants des couches de Collio ; on ne peut les rapporter au permien, mais ils font partie du trias inférieur et ils sont recouverts immédiatement par les couches de Seiss à *Myophoria costata*, équivalentes du Röth de l'Allemagne.

Le calcaire à *Bellerophon* typique ne se prolonge pas

[1] Gümbel, Geognostische Mittheilungen aus den Alpen, VI. Ein geognostischer Streifzug durch die Bergamasker Alpen. *Sitzungsber. k. bayer. Akad. Wiss. München*, 1880, p. 164.

dans les Alpes occidentales. La cargneule, souvent associée à du gypse, occupe un niveau constant entre les couches de Seiss et le calcaire à brachiopodes du Muschelkalk; en avançant à l'ouest, il se développe entre elle et ce dernier horizon, des calcaires noirs, dolomitiques, calcaires de l'Ortler, qui jouent un rôle important dans les Grisons et correspondent au calcaire du Guttenstein. A partir du Muschelkalk, les dépôts triasiques du Bergamasque correspondent exactement à ceux du Tyrol méridional.

M. DE MOJSISOVICS [1] a donné un tableau d'ensemble des dépôts triasiques dans les Alpes lombardes, dépôts dont la nature complexe et les facies divers ont longtemps embarrassé la classification. Ces facies sont limités suivant des lignes perpendiculaires à la chaîne des Alpes, dont la principale est celle du lac de Garda, qui a séparé pendant les époques triasique et jurassique les dépôts du Tyrol et de la Vénétie de ceux de la Lombardie. Ces limites n'ont pas été permanentes, mais elles se sont manifestées avec de certaines intermittences; celle que je viens d'indiquer, par exemple, a existé à l'époque du Muschelkalk et à l'époque rhétienne, mais elle a disparu aux époques norique et carnique (trias supérieur). Le tableau suivant, donné par M. de Mojsisovics pour les terrains triasiques moyen et supérieur, montre la grande variété d'aspects qu'ils ont suivant la contrée dans laquelle on les étudie et la valeur différente de certains horizons stratigraphiques dans ces diverses régions.

[1] E. von Mojsisovics, Ueber heterotopische Verhältnisse im Triasgebiete der lombardischen Alpen. *Jahrb. der k. k. geol. Reichsanst.*, 1880, 695.

<table>
<tr><th></th><th></th><th>Judicarie, Haut du val Trompia.</th><th>Milieu du val Trompia (côté Est.)</th><th>Est du lac d'Iseo. Lecco.</th><th>Val di Scalve.</th><th>Lenna.</th><th>Esino.</th><th>Lac de Lugano.</th></tr>
<tr><td>Etage Rhétien.</td><td>Zone à Avic. contorta.</td><td colspan="6">2 Calcaire à Megalodon (calcaire du Dachstein).
1 Couches de Kœssen.</td><td>Dolomie principale. (C.du Dachstein)</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Etage carnique.</td><td>Z. de l'Avic. exilis et du Turbo solitarius.</td><td colspan="2" rowspan="3">Dolomie principale. (C. du Dachstein.)</td><td colspan="5">Dolomie principale (C. du Dachtein).</td></tr>
<tr><td>Z. du Trach. Aonoides.</td><td colspan="4">Couches de Raibl.</td><td rowspan="4">Gypse et calcaires rubannés et schistes calcaires.</td></tr>
<tr><td>Z. du Trach. Aon.</td><td>?</td><td colspan="3">Calcaire clair et dolomie.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Etage norique.</td><td>Z. du Trach. Archelaus et de la Daon. Lommeli.</td><td>3 Tufs sup. de Wengen.
2 Calcair. clair
1 Couches inf. de Wengen.</td><td colspan="2">Tufs et grès de Wengen.</td><td>Couches infér. de Wengen.</td><td colspan="2" rowspan="2">(Calc. d'Esino.)</td></tr>
<tr><td>Z. des Trach. Reitzi et Curionii.</td><td colspan="4">Calcaires noduleux du Buchenstein.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Muschelkalk.</td><td>Z. du Cerat. trinodosus.</td><td colspan="5">Calcaires foncés sableux et marneux à Ammonites.</td><td>Couches à poissons et sauriens de Perledo.</td><td rowspan="2">Dolomie du S. Salvatore et de Besano.</td></tr>
<tr><td>Z. du Cerat. binodosus.</td><td colspan="5">2 Calcaires à petites nodules.
1 Calcaires du Guttenstein.</td><td>Marbre de Varenna.</td></tr>
<tr><td></td><td>Z. du Tirolites Cassianus.</td><td colspan="6">Servino (couches de Werfen).</td><td></td></tr>
</table>

M. Sordelli [1] a fait l'étude paléontologique des plantes fossiles des schistes bitumineux de Besano, sur l'âge desquels il a été exprimé des opinions très variées. Ces couches ont fourni un grand nombre de vertébrés, reptiles et poissons, qui ont été décrits à diverses reprises, *Pachypleura Edwarsii* Corn., *Ichthyorhynchus Curionii* Bel., *Lestacanthus Cornaliæ* Bel., des coquilles plus difficiles à déterminer, qui ont été rapportées à la *Posidonomya Lommelii* et aux *Ammonites Mandelslohi* Klipst., *A. Bouei* Kl., *A. Aon* Munst., déterminations qui demandent vérification. Les plantes, découvertes plus récemment, sont toutes des conifères et plus particulièrement des Abiétacées; on n'y a trouvé ni Cycadées, ni fougères, ni Lycopodiacées; M. Sordelli a reconnu deux espèces de *Voltzia*, *V. callistachys* Sord., et *V. Besanensis* Sord., et le *Glyptolepis Keuperiana* Schimp. Le premier de ces fossiles a une grande ressemblance avec une espèce de Raibl, aussi associée à des poissons analogues à ceux de Besano, le second avec une espèce des grès de Recoaro. L'âge de ces schistes est probablement très voisin de celui de ce dernier terrain.

T. rhétien. La zone à *Avicula contorta* est généralement rapportée au terrain triasique par les géologues allemands et au terrain jurassique par les géologues français qui lui donnent le nom d'*Infralias*. M. Vélain [2] a fourni de nouveaux arguments en faveur de cette dernière classification en montrant que dans le Morvan, cette zone est distincte sous tous les rapports des couches triasi-

[1] Sordelli, Sulle piante fossili recentamente scoperte a Besano circondario di Varese. *Atti Soc. ital. d. Sc. nat.*, 1879, XXII, 81.

[2] Vélain, Limites du trias et du lias dans le Morvan. *Comptes rendus du Congrès intern. de géol. de 1878*, 1880, 136.

ques, tandis qu'elle est étroitement liée aux couches à *Amm. planorbis* et à *Amm. angulatus* qui doivent être aussi comprises dans l'infralias et qui passent elles-mêmes par transition insensible aux calcaires à *Gryphea arcuata*.

T. LIASIQUE. M. SCHALCH[1] a fait une étude très complète du terrain liasique dans la région du grand-duché de Bade située entre Waldshut et Donaueschingen. Les couches y sont à peu près horizontales, faiblement inclinées au SE. Nous ne pouvons suivre l'auteur dans cette description accompagnée de listes de fossiles, de nombreuses sections de détail et d'une coupe proportionnelle de l'ensemble de la formation. Il a établi les subdivisions suivantes :

Lias supérieur, *a*. couches à Amm. jurensis ; *b*. couches à Estheria Bronni. *Lias moyen*, *a*. couches à Amm. spinatus ; *b*. couches à Amm. margaritatus ; *c*. couches à Amm. Davœi et Jamesoni. *Lias inférieur*, *a*. couches à Amm. raricostatus, Gryphea obliqua et Pholadomya Fraasi ; *b*. couches à Amm. obtusus ; *c*. couches à Amm. Bucklandi et Pentacrinus tuberculatus ; *d*. couches à Amm. angulatus ; *e*. couches à Amm. Johnstoni et planorbis reposant sur le Keuper.

M. PARONA[2] a décrit la faune du calcaire liasique de Gozzano près du lac d'Orta. Les fossiles y sont très abondants et sont en grande majorité des brachiopodes et des crinoïdes, mais on y trouve aussi des lamellibranches, des gastéropodes et des ammonites. Ce gisement a déjà été signalé à plusieurs reprises et, dans un mémoire précédent

[1] Schalch, Die Gliederung der Liasformation des Donau-Rheinzuges. *Neues Jahrb.*, 1880, 177.

[2] Parona, Il calcare liassico di Gozzano e i suoi fossili. *Mem. R. Accad. dei Lincei*, 1880.

(p. 142), l'auteur a démontré l'analogie de sa faune avec celle des couches à *Ter. Aspasia* de la Sicile, quoique ce fossile manque dans ce gisement. En revanche, la *Rhynchonella Scherina* Gem., abondante à Gozzano, est rare en Sicile. Malgré quelques espèces communes aux couches de Hierlatz et à celles de Sospirolo, M. Parona rapporte cette faune au lias moyen, et la présence de l'*Harpoceras Algovianum* lui fait penser qu'elle représente plus particulièrement la partie supérieure de cet étage. Sur les 38 espèces décrites, 17 sont nouvelles, plusieurs sont restées douteuses; 10 sont communes aux dépôts de la Sicile. Parmi les plus connues se trouvent la *Spiriferina angulata* Opp. du lias inférieur, les *Sp. rostrata* Schl. sp., *Rhynchonella flabellum* Men., *Cidaris amalthei* Qu., *Pentacrinus scalaris* Gold., *basaltiformis* Mill., et l'ammonite citée plus haut.

M. Uhlig [1] a décrit la faune de brachiopodes de Sospirolo, près de Belluno, renfermée dans un calcaire à crinoïdes qui ressemble beaucoup à celui d'Hierlatz, et il la rapporte à une époque un peu plus récente que celle de ce terrain (partie supérieure du lias inférieur), et plus ancienne que la zone à *Ter. Aspasia* (partie supérieure du lias moyen); mais il reconnaît la difficulté de fixer un âge précis à des couches qui ne renferment d'autres fossiles que des brachiopodes. Plusieurs autres dépôts alpins sont dans le même cas et donnent lieu aux mêmes remarques. Il figure la plupart de ces fossiles parmi lesquels prédominent les *Terebratula* (*Aspasia*, etc.), *Waldheimia* et *Rhynchonella*.

[1] Uhlig, Die liasische Brachiopodenfauna von Sospirolo bi Belluno. *Sitzungsber. d. Wien. Akad.*, 1879, LXXX.

Dans une monographie du lias des Alpes vénitiennes, M. TARAMELLI[1] donne une description géologique de cette région, du lac de Garda à l'Isonzo, en la répartissant en 20 districts. Ce travail renferme de nombreux documents stratigraphiques, illustrés par deux planches de vues et de coupes. L'auteur décrit non seulement le lias, mais encore les terrains jurassiques jusque et y compris le tithonique. Il conteste l'exactitude des observations faites par les géologues allemands. Le calcaire gris à *Ter. Rotzoana* et *Renieri*, contenant des végétaux fossiles, classé dans le lias supérieur par M. Zittel et M. Lepsius, lui paraît appartenir au terrain jurassique inférieur. Il constate la difficulté d'établir des subdivisions dans ces dépôts dans lesquels on a cependant trouvé depuis quelques années tant de richesses paléontologiques ; de nombreuses recherches seront, d'après lui, encore nécessaires pour pouvoir donner une classification de cette grande masse de calcaire liasico-jurassique de 500^{m} de puissance. On ne peut s'empêcher de penser que cette conclusion ne s'accorde guère avec le grand tableau synoptique donné par cet auteur des subdivisions de ces terrains dans les Alpes italiennes.

La description de la faune liasique d'Erto suit cette partie stratigraphique; l'auteur décrit 29 espèces, dont 3 sont nouvelles; 7 d'entre elles appartiennent au lias inférieur d'autres pays, 19 au lias supérieur.

M. PILLET[2] a donné la liste des fossiles recueillis à la Table en Savoie, et qui ont été déterminés par M. Dumortier. Ce sont les *Ammonites heterophyllus* Sow., *Inocera-*

[1] Taramelli, Monografia stratigrafica e paleontologica del Lias nelle Provincie Venete. *Atti dell' Istit. venet.*, 1880, V. Append.

[2] Pillet, *Rev. savois.*, 1880, 73.

mus cinctus Goldf., *I. dubius* Sow., *Posidonomya Bronni* Voltz, du lias supérieur, les *Ammonites Murchisonæ* Sow., *Sowerbyi* Mill., *tripartitus* Rasp., *Brocchii* Sow., du terrain jurassique inférieur et les *Ammonites Mensæ* Dum., *Gresslya concentrica* Gr., et *Inoceramus lævigatus* Goldf. Ces fossiles, recueillis dans le même lieu, appartiennent certainement à deux ou plusieurs horizons.

T. JURASSIQUE. D'après M. BALTZER[1], le terrain jurassique des Alpes bernoises offre les subdivisions suivantes : Le terrain jurassique inférieur est généralement peu puissant; il est formé à la base d'un calcaire quartzeux sans fossiles, au-dessus duquel se montrent des bancs d'un calcaire foncé, compacte, équivalent du bajocien; çà et là cette roche présente le caractère de la brèche à échinodermes des Alpes orientales suisses. L'auteur a fait, à l'Unterwasserlamm (Hasli) une abondante récolte de fossiles bajociens qui ont été déterminés par M. Mœsch :

Ammonites Parkinsoni Sow., Neuffensis Opp., Martinsi d'Orb., Eudesianus d'Orb., Murchisonæ Sow., Belemnites giganteus Schl., Pholadomya fidicula Sow., Gresslya abducta Phill., Astarte maxima Qu., Trigonia costata Park., Hippopodium rhomboidalis Phill., Lima pectiniformis Schl., duplicata Morr. et L., semicircularis Munst., Gervillia Hartmanni Gold., acuta Sow., Modiola plicata Sow., cuneata Sow., Pecten demissus Phill., Terebratula sphæroidalis Sow., Phillipsi Dav., Rhynchonella subtetraedra Dav., etc.

Ces fossiles recueillis sur une épaisseur de 3m, mais dans plusieurs bancs, appartiennent en majeure partie aux zones à *Amm. Murchisonæ, Sowerbyi* et *Humphriesianus*. Des fossiles du même terrain ont été trouvés encore

[1] Der mechanische Contact von Gneiss und Kalk.....

dans plusieurs autres gisements. Ces couches sont surmontées des terrains suivants :

Oolite ferrugineuse (oolite de Blegi) équivalente des couches à *Amm. Parkinsoni*; elle a fourni aussi un grand nombre de fossiles :

Belemnites canaliculatus Schl., wurtembergicus Opp., Ammonites Moorei Opp., Neuffensis Opp., Parkinsoni Sow., bullatus d'Orb., Wagneri Opp., aurigerus Opp., sulciferus Opp., Orion Opp., curvicosta Opp., aspidoides Opp., funatus Opp., etc.; bivalves et brachiopodes.

Schistes oxfordiens (zone à *Amm. cordatus* et zone à *Amm. Renggeri*); schistes argileux gris foncés, luisants :

Amm. plicatilis Sow., cf. Arduennensis d'Orb., Mariae d'Orb., tortisulcatus d'Orb., sulciferus Opp.

Terrain jurassique supérieur, masse immense de calcaire dans lequel on a pu distinguer en quelques points l'équivalent du *Schiltkalk* d'Escher et des bancs coralligènes à *Diceras Lucii,* mais dont la plus grande partie n'offre pas de subdivisions, malgré ses 600^{m} d'épaisseur.

Nous avons signalé (Rev. pour 1879, 206) la création d'un nouvel étage établi par M. C. Mayer sous le nom de vésulien, et qui est l'équivalent du bathonien inférieur des géologues français, de la grande oolite des géologues suisses, etc. M. Steinmann[1] a recherché si ce nouveau groupe peut s'adapter à la géologie de l'est du bassin de Paris et de la vallée du Rhin. Il a trouvé en deux points, près de Buchsweiler dans la Basse-Alsace, et plus à l'est, près de Minversheim, les couches à *Ostrea acuminata*;

[1] Steinmann, Zur Kenntniss des « Vesullians » im südwestlichen Deutschland. *Neu. Jahrb.*, 1880, II, 251.

dans ce dernier gisement il a reconnu sous ces couches un banc à *Terebratula perovalis*, *Cosmoceras Parkinsoni* Sow., et *Garantianus* d'Orb., fossiles caractéristiques du bajocien supérieur. Cet horizon, que M. Mayer croyait manquer à cette région, y est compris entre les couches à *Amm. Humphriesianus* et la grande oolite; il n'y a donc là aucune trace d'interruption dans les dépôts, non plus qu'en Lorraine où il paraît représenté par les marnes de Longwy. M. Steinmann propose de choisir ce niveau paléontologique, constant et bien caractérisé, comme base de l'étage bathonien (ou vésulien). Il correspond à la partie supérieure du Jura brun δ de Quenstedt, où les *Amm. Humphriesianus* et *Blagdeni* s'éteignent et où se montrent les vrais *Parkinsoni* et les *Subfurcati* (*C. Garantianus*, *subfurcatus*). C'est à ce moment qu'apparaît, en Suisse, dans la vallée du Rhin et dans la France orientale, la formation oolitique. Les couches à *Rhynchonella varians* qui forment un horizon bien défini, sont la meilleure limite supérieure qu'on puisse fixer au terrain vésulien.

M. Steinmann n'a pu reconnaître dans la région qu'il a explorée la présence des trois subdivisions établies par M. Mayer; il en existe seulement deux, une inférieure, oolitique, pauvre en fossiles (calcaire de Minversheim, marnes de Longwy, oolite de Jaumont, grande oolite inférieure de l'Argovie) et une supérieure, plus fossilifère, correspondant à la grande oolite moyenne et supérieure de l'Argovie; elle renferme des échinodermes *Clypeus Plotii*, etc., et un grand nombre d'ammonites (*Ammonites Parkinsoni*, etc.). En Lorraine elle est représentée par les marnes de Gravelotte, le calcaire à polypiers, le calcaire oolitique du Grand-Failly. La classification établie par

M. Mayer ne paraît donc pas s'appliquer à cette région. L'auteur termine par un tableau synoptique de ces diverses formations, et par la description d'une nouvelle espèce (*Cosmoceras Longoviciense*) des marnes de Longwy.

On trouve dans la grande oolite du Brisgau, du Jura suisse et du Jura français, un banc calcaire et marneux, oolitique, caractérisé par la *Nerinea Bruckneri*, au-dessus des couches à *Ostrea acuminata* et à *Echinobrissus Renggeri*. M. Steinmann[1] a remarqué que les fossiles de cet horizon sont souvent enveloppés dans l'oolite même et l'enveloppe est parfois si mince que la coquille se laisse reconnaître à travers elle. Elle a du reste une structure différente de la structure oolitique et très analogue à celle d'une éponge, spécialement des *Pharetrones*. On y remarque un tissu d'aiguilles dont les intervalles sont remplis de spath calcaire transparent. Le mode de conservation de ces organismes ne permet pas d'en faire une étude complète. Ils ont enveloppé des coquilles variées, mais on ne les trouve jamais autour des brachiopodes. Des coquilles tertiaires de S. Giovanni Ilarione présentent à peu près le même aspect, mais cette apparence est ici produite par un végétal, le *Lithothamnium*.

M. Revil[2] a donné une série de coupes géologiques prises aux environs de Chambéry, à Lémenc, Saint-Saturnin, Montagnole et au Mont-du-Chat, pour le terrain jurassique supérieur, et aux environs de Chanaz pour le terrain jurassique inférieur.

M. V. Uhlig[3] a trouvé dans les environs de Roveredo,

[1] G. Steinmann, Die Mumien des Hauptrogensteins. *Neu. Jahrb.*, 1880, 151.

[2] Revil, *Rev. savois.*, 1880, 71.

[3] Uhlig, Zur Gliederung des rothen Ammonitenkalkes in der Umgebung von Roveredo. *Verhandl. k. k. g. Reichsanst.*, 1880, 275.

près de Madonna del Monte, le *Belemnites Schlœnbachi* Neum. et le *Peltoceras transversarium* Qu., dans des calcaires rouges et jaunes, inférieurs aux couches fossilifères à *Amm. acanthicus.* Quelques fossiles oxfordiens provenant de cette contrée avaient déjà fait supposer à M. Neumayr l'existence de cet horizon qui repose là sur les couches de Klaus. Il se retrouvera probablement encore dans d'autres localités, d'après des indications déjà recueillies.

M. P. Choffat [1] a décrit de nouveau les mélanges d'horizons stratigraphiques qu'il a signalés antérieurement dans les terrains jurassiques du Jura français. Le faciès à hexactinellides, réapparaît dans la même contrée à trois époques, dans les zones à *Amm. transversarius,* à *Amm. bimammatus* et à *Amm. tenuilobatus,* les espèces fixées au sol, lamellibranches, brachiopodes et échinides restant les mêmes aux trois niveaux, tandis que les animaux nageurs sont remplacés par des espèces voisines. Ces récurrences de faunes proviennent des affaissements du fond de la mer qui ont permis à plusieurs reprises l'envahissement, dans une partie du Jura, d'un faciès pélagique qui se développait plus au sud d'une manière continue, tandis que, dans cette région, des exhaussements momentanés du sol venaient en arrêter le dépôt.

M. F. Fontannes [2] avait déjà mentionné (Rev. pour 1876, 147) la découverte de quelques fossiles dans les

[1] P. Choffat, Mélange d'horizons stratigraphiques par suite des mouvements du sol; colonies dans le terrain jurassique français. *Comptes rendus du Congrès internat. de géol. de 1878*, 1880, 201.

[2] Fontannes, Description des Ammonites des calcaires du château de Crussol (Ardèche), 1879.

calcaires du château de Crussol qu'il avait rapportés au tithonique inférieur; mais l'étude de la magnifique série de fossiles recueillis par M. Huguenin lui a prouvé que ces calcaires appartiennent à une époque un peu plus ancienne. Paléontologiquement ces calcaires se subdivisent en deux groupes dont l'inférieur appartient encore à la zone à *Oppelia tenuilobata* et dont le supérieur représente la zone à *Waagenia Beckeri* et *Hoplites eudoxus*. Ce groupe se distingue du précédent par la présence de la *Terebratula janitor* et d'un certain nombre d'ammonites dont les unes se retrouvent dans l'étage tithonique et dont les autres sont au moins très voisines des types de Solenhofen. Ces deux horizons passent de l'un à l'autre par transition insensible. Ils constituent ensemble l'équivalent des couches à *Aspidoceras acanthicum* de la région méditerranéenne. « Il se pourrait, dit M. Fontannes, que les derniers bancs de la montagne de Crussol représentassent exactement les *Plattenkalke* ou la zone à *Oppelia steraspis* du Jura suisse et allemand, » mais cette question ne peut être encore résolue.

La faune se compose de 99 espèces qui présentent un mélange intéressant de types de l'Europe centrale et de types méditerranéens; 39 ont déjà été reconnues dans les couches à *Opp. tenuilobata* de Crussol; 35 sont nouvelles; 80 ont été recueillies dans l'horizon paléontologique supérieur.

Cet ouvrage, accompagné de treize belles planches, donne une idée plus exacte qu'on ne l'avait encore, de cette faune à *Amm. Beckeri* et *Eudoxus*, dont M. Neumayr a constaté le premier la présence distincte dans le bassin méditerranéen.

M. Parona [1] a donné la description de fossiles tithoniques recueillis par M. Taramelli, dans les carrières de Rubiare, près de Caprino au pied du Mont Baldo (Alpes vénitiennes). Cette faune est semblable à celle du Tyrol méridional; le calcaire à *Ter. diphya* est recouvert par le terrain néocomien à *Crioceras* et repose sur les couches à *Aspid. acanthicum.* Ce dernier horizon a fourni au même auteur une belle série de fossiles au Mont Campello, en face de Podenzoï, au nord de Longarone. Il est recouvert ici directement par le terrain néocomien. L'*Aspid. acanthicum* y est représenté par trois exemplaires; mais les fossiles de cet étage sont associés à plusieurs espèces tithoniques parmi lesquels se trouve la *Terebr. diphya.*

Contrairement à l'opinion généralement reçue, M. Benoit [2] pense que le Purbeckien du Jura est un dépôt plus marin que d'eau douce, qu'il se lie plutôt avec le crétacé qu'avec le jurassique et qu'il devrait être considéré comme la première couche néocomienne. La région du Jura devait être, à cette époque, occupée au sud par la mer, au nord par une immense plage basse, sillonnée de lagunes, de flaques d'eaux marines ou saumâtres et parcourue par de petites rivières venant du nord.

Le Purbeckien se rencontre dans le Jura, seulement dans le fond des vallées de ploiement intérieures à la courbe que dessinent les montagnes occidentales; ce terrain se déposait donc dans un vaste cirque ouvert du côté des Alpes; il accompagne partout le néocomien, qui a la même extension géographique. Souvent il diminue

[1] Parona, Di alcuni fossili titonici dei dintorni di Caprino e di Longarone nel Veneto. *Atti del R. Istit. Veneto*, 1880, VI.

[2] E. Benoit, De l'extension géographique et stratigraphique du Purbeckien dans le Jura. *Bull. soc. géol.*, 1879, VII, 484.

d'épaisseur et disparaît entièrement sur les flancs des ploiements convexes des calcaires jurassiques, et le néocomien vient se mettre en contact avec ces derniers; ces deux terrains sont alors en discordance, tandis que le néocomien et le purbeck sont toujours concordants; ils se sont déposés sur un fond de mer ondulé et dans des cuvettes longitudinales. Les argiles et marnes bleues un peu glauconieuses du purbeckien ont une nature alpine et elles présentent beaucoup plus d'affinité par leur constitution minéralogique avec le néocomien, spécialement avec les marnes d'Hauterive, qu'avec le jurassique supérieur; les dolomies portlandiennes se terminent par une brèche qui clot la série jurassique et qui a une origine marine. Les premières couches du Purbeckien sont des marnes granuleuses homogènes; elles renferment quelques gisements de gypse dont la présence indique la concentration d'eaux marines. Au-dessus viennent des calcaires compactes très durs, en petits bancs dans le bas, grumeleux et bréchoïdes dans le haut. Ils renferment à leur partie supérieure des fossiles d'eau douce de petites dimensions apportés par des cours d'eaux. Ils sont recouverts par des marnes semblables aux marnes inférieures, mais plus calcarifères et déjà un peu glauconieuses, comme les couches néocomiennes qui les surmontent et auxquelles elles passent par alternances; on y trouve de petits bivalves marins à l'état de moule.

T. CRÉTACÉ. M. VACEK[1] a publié une étude intéressante sur la marche des travaux relatifs au terrain néocomien. Les observations des savants anglais, l'application

[1] Vacek, Neocomstudie. *Jahrb. k. k. g. Reichsanst.*, 1880, XXX, 493.

de leurs découvertes au bassin de Paris et au Jura, et l'extension des recherches aux Alpes et au bassin du Rhône, marquent les trois phases de cette histoire. La classification de ce terrain a été longtemps entravée par le fait que son type fut choisi d'abord dans un pays où il présente de grandes lacunes. Il a fallu arriver peu à peu à les reconnaître et à admettre que son développement normal et complet a eu lieu seulement dans les Alpes. Il y a dans le Dauphiné une épaisseur de 1000^{m} environ de formations qui n'est pas représentée dans le bassin anglo-parisien. L'auteur attire spécialement l'attention sur les recherches faites pour établir un parallélisme entre les formations à type jurassien et celles qui présentent le type alpin ; il développe l'idée que ce dernier, nommé aussi type vaseux, n'est point un faciès pélagique, comme l'a fait croire longtemps la présence de nombreux céphalopodes, mais un faciès littoral, tandis que le type calcaire, nommé aussi type jurassien ou faciès littoral, dont la faune est composée surtout de bivalves d'échinides, de bryozoaires et de polypiers, a dû se former généralement à une plus grande distance des côtes. Il vaudrait donc mieux appeler simplement ces types, faciès vaseux et faciès corallien. Je donne ici un résumé très abrégé du tableau synoptique des formations néocomiennes :

Bassin anglo-parisien.	Bassin helvéto-méditerranéen.		
	Jura (facies corallien)	Grenoble (fac. mixte)	Basses-Alpes (facies vaseux)
Néoc. supérieur	Aptien.	Urgo-aptien.	Marnes aptiennes.
Néoc. moyen.	Calc. à caprotines		
	Urgonien infér.	Pierre de Sassenage.	Barrémien.
Néoc. inférieur.	Néocom. moyen.	Marnes à spatangues. Calcaire à criocères. Couche àBel. pistillif.	Marnes à Bel. dilatatus.
Lacune et wealdien.	Valangien.	Calc. à Ostr. macroptera. Calc. du Fontanil.	Calc. marneux à Ammon. et A. Didayi.
	Lacune.	Marnes à Bel. latus.	Marnes à Bel. latus.
		Marn. à Ter. diphyoides. (Berrias.)	Berrias.
Purbeck.	Purbeck.	Tithonique.	

Dans la seconde partie de son mémoire, l'auteur résume ses observations personnelles sur divers points des terrains crétacés, compris entre la Savoie et le Vorarlberg, déjà plus ou moins connus et décrits, mais qui sont des types importants de ces terrains. Au Salève, dans le vallon de Monnetier, le terrain jurassique passe

au terrain crétacé sans interruption dans la sédimentation ; on doit donc y retrouver l'équivalent des couches de Berrias et comme toute la formation jura-crétacée du Salève est coralligène, ces couches doivent y présenter aussi ce faciès qui n'a pas encore été signalé ailleurs. L'auteur croit les reconnaître dans « l'assise du banc de fer. »

Le grand massif crétacé et éocène, compris entre l'Arve et le lac d'Annecy, est formé par des chaînes courbées et le centre de cette courbure est à peu près Flumet où se trouve un promontoire de roches cristallines. Ce promontoire aurait donc agi comme point de résistance lors du soulèvement des chaînes, de même que celui de Bludenz dans le Vorarlberg (Rev. pour 1879, 89).

M. Vacek donne plusieurs coupes prises dans les vallées de la Borne et du Fier, et il remarque que la série des terrains a une grande ressemblance avec celle du type mixte jurassien et alpin des environs de Grenoble. Il y constate l'équivalent des couches de Berrias et du calcaire du Fontanil au-dessus duquel se trouve le néocomien moyen caractérisé par la faune alpine du Pont Saint-Clair. L'urgonien se divise clairement en deux parties; l'aptien manque entre ce terrain et le gault, au-dessus duquel s'élève le calcaire de Seewen.

Le type alpin domine dans les Alpes fribourgeoises, bien que le type jurassien ait été aussi reconnu dans la chaîne extérieure, celle de la Berra. La couche à ptéropodes, dont M. Ooster a décrit la faune et dont il a reconnu l'analogie avec le terrain valangien d'Arzier, paraît en effet être l'équivalent de ce terrain et il y aurait ainsi, à Châtel Saint-Denis, une lacune entre le terrain tithonique et les couches valangiennes, puisque les couches

de Berrias manquent en ce point. Elles existent plus au nord dans le Monsalvens. Au-dessus se trouve le calcaire à *Ostraea* dont la faune jurassienne pénètre dans la région alpine et que M. Gilliéron rapporte au valangien ; mais comme il est recouvert par les marnes à *Bel. latus,* M. Vacek le rapporte à un niveau plus ancien et le compare à des dépôts qui séparent dans quelques lieux les marnes à *Ter. diphyoides* de la zone à *Bel. latus.* L'urgonien inférieur présente dans le Monsalvens une deuxième invasion de néocomien à type jurassien. Dans les chaînes plus intérieures, celles du Gantérist et du Stockhorn, le néocomien a seulement le faciès alpin et il est surmonté de schistes rouges qui appartiennent aux parties supérieures du terrain crétacé. D'après M. Brunner, M. Gilliéron et d'autres géologues, le terrain néocomien ne serait pas développé dans la chaîne du Simmenthal et ces schistes seraient en contact avec les calcaires de Wimmis. M. Vacek a cru reconnaître dans la coupe qu'il a prise du fond du Simmenthal au sommet de Stockhorn, que ces couches rouges, qui réapparaissent plusieurs fois par suite des plis des formations, sont recouverts, dans le haut de la montagne, par des calcaires siliceux en bancs minces dans lesquels se trouve la faune néocomienne signalée par M. Brunner (*Bel. pistilliformis, Ammon. subfimbriatus, Terebr. diphyoides,* etc.), laquelle serait ainsi plus récente que la formation des schistes rouges et gris. Il en conclut que ceux-ci appartiennent peut-être encore au tithonique, et en majeure partie au terrain crétacé le plus inférieur. La lacune supposée à la fin de la période jurassique dans cette contrée n'aurait donc pas existé[1].

[1] Je ne puis ratifier les conclusions de M. Vacek. Les observa-

Dans le Justithal, M. Vacek pense que les couches à *Ter. diphyoides,* dont la faune a une grande analogie avec celle de Berrias, occupent un niveau supérieur à celles-ci, et paraissent être l'équivalent des couches du Pont Saint-Clair en Savoie. Il a observé aussi que le gault et le calcaire de Seewen se voient dans les plis synclinaux entre l'urgonien et l'éocène, tandis qu'il manquent dans les plis anticlinaux, ce qui prouve que le commencement de ces plis date de l'époque crétacée moyenne comme dans le Vorarlberg. Le même fait a été observé par M. Kaufmann dans le Pilate.

L'auteur poursuit ensuite ses recherches sur les bords du lac des Quatre Cantons. Il attribue aux couches de Berrias les schistes rouges du Mythen que M. Kaufmann classe dans le tithonique supérieur.

A l'est du lac d'Uri, les calcaires siliceux du néocomien inférieur deviennent de plus en plus marneux. Ces couches, qu'Escher a nommées schistes de Balfries, et qui ont été rapportées par lui au terrain jurassique supérieur sont probablement l'équivalent des couches de Berrias. Sur le calcaire siliceux (*Kieselkalk*) seulement, équivalent du valangien, se trouvent des calcaires marneux à *Echinospatagus cordiformis,* appartenant au néocomien moyen et recouverts par l'urgonien. Le néocomien est donc représenté par quatre groupes principaux. L'urgonien a, à partir du Pilate, deux subdivisions, l'urgonien inférieur et le calcaire à caprotines. Plus à l'E., dans les montagnes des Churfirsten et du Sentis, ces terrains pren-

tions que j'ai faites dans la chaîne du Stockhorn sont parfaitement d'accord avec celles de M. Gilliéron ; la superposition du terrain néocomien fossilifère aux schistes rouges s'explique par un renversement des couches.

nent une ressemblance de plus en plus grande avec les formations du Vorarlberg. Quant à l'aptien, il n'est nulle part bien normalement développé dans les Alpes suisses; quelques-uns de ses fossiles se trouvent souvent dans les parties supérieures de l'urgonien et y deviennent plus abondants lorsque celles-ci sont marneuses. Les environs d'Yberg (Schwytz) et les Churfirsten paraissent cependant contenir une faune aptienne.

Terrains cénozoïques.

T. ÉOCÈNE. Nous nous bornons à indiquer ici une classification des nummulites donnée par M. PH. DE LA HARPE[1] avec leur répartition dans les Alpes, cet auteur devant donner prochainement un travail complet sur ce sujet.

Le terrain éocène des Alpes bernoises renferme, d'après M. BALTZER[2], dans le voisinage du massif du Finsteraarhorn, deux subdivisions :

1. Le *Parisien moyen*, calcaire argileux avec veines de charbon; on le trouve à la Gadmenfluh, où il renferme un filon de lignite de $0^m,30$ d'épaisseur dont M. Baltzer donne l'analyse. Il contient les fossiles suivants : Natica Studeri Qu., Diastoma costellata Lam., Cardium, sp , Harpopsis stromboides Lam., Pecten corneus Sow., Chama calcarata Lam., Cerithium lamellosum Brug., etc.

2. Le *Bartonien inférieur* (grès nummulitique), supérieur au précédent, très bien développé dans le même gisement, mais se trouvant aussi dans d'autres localités; il renferme : Pectunculus pulvinatus Lam., Pecten bernensis May., amplus Bell., parvicosta Bell., alpestris May., Lima plicata Lam , Nummulites Fichteli Mich., striata d'Orb., cf. planulata d'Orb., etc.

[1] *Sess. de la Soc. helvét. Archives*, 1880, IV, 393.

[2] Der mechanische Contact von Gneiss und Kalk.....

M. Waters[1] a étudié au microscope le calcaire nummulitique bleu foncé des Diablerets. Cette roche, dans laquelle on ne voit à l'œil nu aucune trace de corps organisés, est presque entièrement formée de *Lithothamnium* et ces algues ont parfaitement conservé leur structure; elles sont associées à des foraminifères de grande taille, dont l'espèce la plus commune est l'*Orbitoides* (*Rhipidocyclina*) *nummulitica* Gumb. et à des bryozoaires (*Idmonea, Entalophora, Lepralia, Cellepora, Eschara*). L'échantillon était pénétré de fentes microscopiques remplies de carbonate de chaux.

La coupe du terrain nummulitique de la Cordaz prise par cet auteur indique sur la couche à *Natica*, un calcaire rempli de Lithothamnies en nodules; au-dessus les orbitoïdes deviennent abondantes, puis viennent les couches à nummulites, polypiers, pectens, puis un calcaire à petits foraminifères (*Globigerina, Rotalia, Nodosaria*, etc.). Ces dépôts se sont formés dans une mer peu profonde.

La présence de nummulites dans le flysch a été signalée par M. Brunner dans la chaîne du Stockhorn, par M. Renevier aux Ormonds, par M. Kaufmann au Pilate; ce sont des espèces striées dont la détermination est incertaine; mais M. Ph. de la Harpe[2] a étudié deux espèces granulées nouvelles, trouvées dans le flysch de l'Autriche, au Waschberg et au Michelsberg, près de Stockerau, qui sont bien conservées. Il a retrouvé ces deux espèces dans des échantillons du grès du Gur-

[1] A.-W. Waters, Quelques roches des Alpes vaudoises étudiées au microscope. *Bull. soc. vaud.*, 1880, XVI, 593.

[2] Ph. de la Harpe, Note sur les Nummulites Partschi et Oosteri, de la H. *Bull. soc. vaud.*, 1880, XVII, 33.

nigel de la collection de M. A. Favre. L'une d'elles, le *Nummulites Partschi* de la H., est une espèce de taille moyenne (12-13^{mm} de diamètre), l'autre le *N. Oosteri* de la H. est plus petite (2-4^{m}). En Suisse comme en Autriche, il règne encore une grande incertitude sur l'horizon auquel elles appartiennent ; jusqu'à présent les nummulites granulées proviennent des parties moyennes de l'éocène.

Une découverte importante faite par M. Gumbel[1] a jeté un jour nouveau sur l'origine si controversée du flysch. Cet auteur y a reconnu la présence d'aiguilles d'éponges en très grande abondance. Lorsque la roche est une marne ou un calcaire siliceux à grains fins, elles la constituent presque entièrement et elles forment alors un réseau compacte, facile à observer au microscope, dans lequel on peut reconnaître les formes caractéristiques de ces aiguilles, bien qu'il y en ait beaucoup de brisées. Ces observations ont été faites sur le flysch de la Suisse, de la Bavière, de l'Autriche et des Apennins. Les marnes et les grès proprement dits en contiennent aussi quoiqu'en moindre proportion. Ces restes organiques peuvent fréquemment s'observer à l'œil nu sur une face unie sur laquelle on a mis un peu d'acide.

Ces roches contiennent aussi beaucoup de foraminifères, et les grains verts qu'on observe dans cette formation sont des loges de ces animaux remplies ultérieurement. Le flysch est donc un terrain dont l'origine est marine. Certains faciès du terrain néocomien et du lias, par exemple les schistes de l'Allgau et les schistes noirs

[1] Gümbel, Spongien-Nadeln im Flysch. *Verhandl. k. k. g. Reichsanst.*, 1880, 213.

du revers sud des Alpes, sont aussi formés en majeure partie d'aiguilles de spongiaires.

M. SCHARDT[1] a fait des recherches sur les terrains tertiaires du pied du Jura. Le terrain sidérolitique (Parisien supérieur) est formé soit de dépôts résultant d'éjections et de sources thermales, soit de calcaires d'eau douce. Les premiers avaient évidemment une étendue beaucoup plus considérable qu'aujourd'hui où ils sont recouverts en grande partie par la mollasse rouge; les traces d'éjections du Mormont et du Chamblon, les dépôts d'Orbe, de Goumoëns-le-Jux, les crevasses remplies par en haut visibles dans le néocomien, et le remaniement des matériaux sidérolitiques dans la mollasse rouge en sont la preuve. L'auteur décrit ces divers gisements. C'est aux roches sidérolitiques qu'est due la coloration de la mollasse rouge; les ruisseaux passant à leur contact forment aujourd'hui encore des dépôts semblables à ceux de ce terrain. Le calcaire d'eau douce qui recouvre les deux flancs de la colline urgonienne d'Orbe appartient aussi à l'époque sidérolitique. Il renferme en abondance le *Chara helicteres*, Brg. de l'époque éocène, qui se retrouve dans les calcaires sidérolitiques du Jura bernois, le *Chara Greppini* ou le *Chara siderolitica*, quelques petites planorbes et lymnées; il correspond au calcaire à *Lymnea longiscata* du lac Ter près du Lieu (vallée de Joux.)

T. MIOCÈNE. La mollasse rouge présente, d'après M. Schardt, deux faciès: 1° Faciès torrentiel formé par des matériaux provenant du Jura; on n'y trouve pas de

[1] H. Schardt, Notice géologique sur la mollasse rouge et le terrain sidérolitique du pied du Jura. *Bull. soc. vaud.*, 1880, XVI, 609.

mica; les dépôts consistent en assises plus ou moins puissantes de gompholites formées de roches crétacées et sidérolitiques unies par un ciment calcaire, en couches de grès siliceux à ciment calcaire, parfois bitumineux, en couches de marnes rouges, jaunes et grisâtres; ces couches se succèdent irrégulièrement. Ce faciès s'observe à Moiry et entre Montcherand, Orbe, Arnex, Orny et Pompaples; on y trouve, près de ce dernier village, des fossiles rhodaniens remaniés. Des Hélix de la mollasse rouge de Montcherand près d'Orbe, qui avaient été déterminés sous le nom d'*H. rubra,* appartiennent, d'après M. Sandberger, à l'*H. rugulosa,* Mart. (*H. Moguntina,* Desh.), qui est une espèce aquitanienne, ce qui confirme l'âge généralement attribué à ce terrain, et à un *H.* nov. sp. 2° Faciès à stratification régulière. Il commence au delà du précédent et se fait remarquer par l'absence des gompholites et de tout terrain de charriage grossier, par le manque d'Hélix, par les grès micacés, marneux, compactes ou friables, interposés à des couches de marnes rouges et bigarrées. Le mica caractérise les grès comme matériaux alpins.

Ces deux faciès sont synchroniques et forment la base du terrain aquitanien; ils passent souvent de l'un à l'autre. L'auteur décrit les particularités de leurs gisements dans diverses localités et en a figuré plusieurs coupes. A l'époque de la formation de ces dépôts littoraux, les chaînes du Suchet et du Chasseron étaient déjà en partie émergées et donnaient naissance aux torrents dont on peut reconnaître l'action.

M. Doge [1] a trouvé dans une carrière ouverte dans la

[1] Doge, *Bull. soc. vaud.*, 1880, XVII, xx.

mollasse rouge au-dessus de la Tour de Peilz, une belle feuille de *Sabal major*, de $0^m,42$ de longueur sur $0^m,18$ de largeur.

Le ravin de la Paudèze, près de Lausanne, bien connu par les nombreux fossiles qu'il a fournis et par ses exploitations de charbon, a été décrit par M. MAILLARD[1]; une carte à 1 : 25000 et plusieurs profils à une grande échelle accompagnent ce mémoire. Les terrains observés sont à partir des plus récents :

Erratique.
Helvétien ou mollasse marine.
Langhien ou mollasse grise.
Aquitanien { mollasse à néritines. / mollase à gypse. / mollasse à lignite.
Mollasse rouge.

L'abondance de l'erratique, la ressemblance de la mollasse grise avec la mollasse rouge et d'une partie de la mollasse à néritines avec la mollasse à lignite rendent les relations stratigraphiques entre ces terrains difficiles à observer. Il résulte de ces recherches que le langhien est superposé directement à la mollasse à néritines; celle-ci est donc aquitanienne, ce qui est encore démontré par l'ensemble de sa faune: *Helix* cf. *Ramondi, Planorbis cornu* var. *solidus, Limneus* cf. *subovatus, Glandina* sp. *Neritina fluviatilis*, et par la présence de calcaire bitumineux et de lignite; elle doit être rangée dans l'aquitanien supérieur. La mollasse à gypse inférieur à ces couches est donc franchement aquita-

[1] Maillard, Notice sur la mollase dans le ravin de la Paudèze au moulin de Belmont. *Bull. soc. vaud.*, 1880, XVII, 81.

nienne et doit probablement être assimilée aux couches analogues du pied du Jura.

Une grande faille et plusieurs autres de moindre importance parcourent ce ravin du NE. au SO. L'abondance des plis et des cassures survenus sur ce petit espace est étonnante. Il est probable que la mollasse rouge, l'aquitanien inférieur et la mollasse à gypse se sont déposés sans interruption; puis il y a eu un soulèvement local, dû à une poussée latérale après laquelle se sont déposés les couches à néritines, le langhien et l'helvétien; enfin une nouvelle poussée latérale a amené, entre l'aquitanien d'un côté et les couches à gypse et les terrains plus récents de l'autre, une dénivellation de 500^{m} environ.

M. G. Maillard [1] a signalé dans les environs de Lausanne un nouveau gisement de feuilles fossiles dans la mollasse. Il se trouve près de Cheseaux sur la rive droite de la Mèbre, sous les grès de la mollasse marine; il est facile à exploiter et les feuilles y sont bien conservées et très abondantes.

La nagelfluh miocène de la Suisse orientale entre les lacs de Zurich et de Constance atteint sa plus grande épaisseur au pied des Alpes dans la chaîne du Speer et du Hörnli. M. Gutzwiller [2] en a donnée une très bonne description et l'a comparée à la nagelfluh poreuse qui est d'époque plus récente. On en reconnaît, à l'E. de la vallée de la Tour, quatre zones séparées par des zones de

[1] G. Maillard, Nouveau gisement de feuilles fossiles aux environs de Lausanne. *Bull. soc. vaud.*, 1880, XVII, 32.

[2] Gutzwiller, Die löcherige Nagelfluh. Ihre Beziehungen zu den tertiären und quartären Ablagerungen. *Ber. der Gewerbeschule zu Basel*, 1880.

grès et de marnes, mais, à l'O. de cette vallée, il n'en subsiste que deux. Les cailloux qui les constituent diminuent de grosseur en s'éloignant des Alpes; ils ont l'aspect de cailloux roulés par des cours d'eaux et ils appartiennent à des roches très variées; tantôt ce sont des roches cristallines, granits, gneiss, quartzites, micaschistes, porphyres, mêlés à des calcaires, des grès et des silex, tantôt ce sont ces derniers et spécialement les calcaires qui prédominent; mais il y a passage d'un des groupes à l'autre et la distinction entre la nagelfluh polygénique et la nagelfluh calcaire ne peut se faire d'une manière absolue. Plusieurs variétés de ces roches n'ont jamais été trouvées dans les Alpes. Lorsque le calcaire prédomine dans le conglomérat, il forme en majeure partie le ciment qui est alors très dur; si ce sont les roches cristallines qui prédominent, le ciment est formé d'éléments très variés dans lesquels entre beaucoup de feldspath plus ou moins décomposé et la roche est moins compacte. Les cailloux, surtout les calcaires, sont très fréquemment impressionnés dans les bancs horizontaux; dans les couches redressées, ils sont aussi écrasés ou cassés, et présentent des surfaces de glissement parfaitement polies; les impressions des cailloux écrasés sont très rudes et se sont formées en même temps que l'écrasement; les roches dures telles que les quartzites, silex, granits, porphyres, qui ont subi ces déformations dans les couches redressées, ne présentent jamais d'impressions dans les couches horizontales. Les bancs de la nagelfluh étaient déjà consolidés à l'époque du soulèvement et beaucoup d'impressions sont antérieures à ce moment, tandis que les cassures ou écrasements datent de cette époque même.

En s'éloignant des Alpes, on rencontre successivement la zone de nagelfluh du Speer, surtout calcaire; celle du Kronberg et de la Hochalp, polygénique à l'E., calcaire à l'O. ; celle du Gäbris dont la base est surtout calcaire ; enfin la plus considérable, celle du Hörnli, surtout polygénique ; cependant un banc de cette roche est presque exclusivement calcaire et porte le nom de granit d'Appenzell. Les trois premières zones plongent au sud, la quatrième au nord et se rapproche peu à peu de l'horizontale.

M. Gutzwiller ne met pas en doute que les éléments de cette roche ne proviennent des Alpes. Les courants qui les ont transportés se déversaient dans le lac qui occupait le pied de cette chaîne; ils ont charrié d'abord beaucoup de roches calcaires qu'ils ont abandonnées près du rivage, tandis que le sable et l'argile se déposaient plus en avant. Par suite du soulèvement du sol et du remplissage du bassin, ces courants, dont le cours avait été modifié, formèrent plus loin la nagelfluh polygénique.

M. L. Pillet[1] a reconnu dans le bassin d'Aix en Savoie une grande abondance de cailloux exotiques. Il les signale dans les grès marins de la mollasse supérieurs au terrain d'eau douce, à Corbeil sur les bords du Guier, à Vimines, à Bissy et jusqu'au lac du Bourget ainsi que dans des dépôts tertiaires plus récents et dans le terrain glaciaire; ces derniers sont évidemment remaniés et ont été arrachés au miocène par les courants de cette époque. On n'en trouve pas dans les dépôts prégla-

[1] Pillet, Les cailloux exotiques du bassin d'Aix. *Rev. Savois.*, 1880.

ciaires de la Boisse, de Sonnaz et de la Motte formés par des courants qui arrivaient par la cluse de Chambéry et qui n'ont pas rencontré sur leur passage les mollasses marines. Une partie de ces roches provient des vallées de la Durance et du Drac dans lesquelles se trouvent des variolites caractéristiques; d'autres sont arrivées de la région méridionale du Plateau central. Un dépôt reconnu à Proveysiers, à l'O. de Grenoble, par M. Lory renferme des cailloux de même nature qui ont dû être aussi déposés par le fleuve de l'époque miocène.

M. Pillet ajoute que M. le professeur Bachmann auquel ont été communiqués des échantillons de ces cailloux exotiques a reconnu l'identité de plusieurs d'entre eux avec ceux de la nagelfluh; il a signalé entre autres des variolites parfaitement semblables.

T. PLIOCÈNE. D'accord avec M. de Rosemont, M. DESOR [1] regarde les dépôts pliocènes du littoral ligure, aux environs de Nice, comme l'œuvre des rivières qui descendaient des Alpes Maritimes, c'est-à-dire comme une formation de deltas. Cependant les couches des deltas des grands fleuves sont généralement horizontales, tandis que ces conglomérats ont une inclinaison trop forte pour qu'on puisse l'attribuer seulement au soulèvement du littoral postérieur à leur formation. M. Desor explique ce fait par la structure des deltas torrentiels dans les bassins intérieurs des pays de montagnes. Il rappelle les observations faites sur le delta du Dundelsbach dans le

[1] E. Desor, Sur les deltas torrentiels anciens et modernes. Lettre à M. Falsan, 1880. — Voyez sur la formation des deltas : Credner, Die Deltas, ihre Morphologie, geographische Verbreitung und Entstehungs-Bedingungen. *Petermann's Geogr. Mittheil.* Ergänz.-H., 1878.

lac de Lungern en Suisse, sur celui de l'Aar dans le lac de Brienz, sur ceux du Rhône, de la Morge et de la Dranse dans le lac de Genève, sur celui de l'Arve dans le même bassin. Des faits semblables ont été signalés par M. Falsan dans le Beaujolais, dans un endroit éloigné aujourd'hui de tout bassin d'eau. On est en droit d'attribuer une origine analogue aux couches pliocènes du littoral ligure dont l'étendue et l'épaisseur sont considérables. Le delta que forme aujourd'hui le Var et qui est composé de matériaux de même nature que les couches pliocènes, présente aussi la même inclinaison qu'elles, et il n'est que la continuation du même phénomène. En terminant cette démonstration, appuyée de plusieurs intéressantes figures, M. Desor émet l'hypothèse que les conglomérats quaternaires horizontaux des environs de Nice pourraient bien être l'équivalent des dépôts horizontaux qui recouvrent les couches inclinées des cônes de déjection torrentiels. Ils se seraient formés à la suite du comblement des estuaires, alors que le delta pliocène était arrivé à fleur d'eau et que les matériaux charriés par les torrents s'étalaient en couches horizontales à la surface du sol émergé, au lieu de tomber dans un fiord.

T. QUATERNAIRE. L'ouvrage de M. A. FAVRE[1] sur le canton de Genève décrit la nature et l'origine des formations suivantes qui s'étagent au-dessus de la mollasse:

Terrains modernes : alluvions, marais, terrains des pentes, terre végétale.

Terrain postglaciaire : du lac, de l'Arve, du Rhône et des plateaux.

[1] Description géologique.....

Terrain glaciaire. Argile glaciaire et blocs erratiques.

Alluvion ancienne { gravier, sable et conglomérat. / marne à lignite.

terrains auxquels il faut ajouter l'étude de sables et de sablons d'époques diverses.

T. GLACIAIRE. La classification des terrains quaternaires des environs de Lyon est clairement exposée par M. FALSAN [1], dans son mémoire sur les terrains tertiaires et quaternaires de Hauterive (Drôme). Le pliocène inférieur ne renferme plus dans cette région de dépôts marins, mais les marnes à lignites, à *Clausilia Terveri, Helix Colonjoni, H. Chaixi*, etc., surmontées par des sables à *Mastodon dissimilis*. Au-dessus se trouve une masse énorme de graviers et de sables qui constitue une grande partie des alluvions anciennes ou glaciaires et que, d'accord avec M. Tournouër, il classe dans le pliocène moyen et supérieur. Ce terrain correspond dans le Lyonnais, aux phases que le phénomène glaciaire a subies en Suisse avant la grande extension. Il marque le passage à la période quaternaire à laquelle on doit aussi en partie le rapporter [2]. Il est recouvert par le terrain erratique proprement dit, au-dessus duquel se trouve le terrain à *Elephas primigenius, Cervus tarandus, Arctomys primigenia*.

Le même auteur [3] a fait une étude intéressante de la formation de la vallée du Rhône et de la Saône à Lyon

[1] Falsan, Note sur la position stratigraphique des terrains tertiaires supérieurs et quaternaires à Hauterive (Drôme). *Bull. Soc. géol.*, 1879, VII, 285.

[2] En 1875, M. Falsan rapportait encore en entier cette formation au terrain quaternaire.

[3] Falsan, Esquisses géologiques lyonnaises. Histoire géologique du Rhône et de la Saône à leur passage à Lyon, 1880.

et des modifications subies par cette vallée dans les temps géologiques. La plupart d'entre elles tiennent à l'arrivée et au retrait des anciens glaciers; nous en indiquerons ici les principales phases : Le défilé dans lequel la Saône s'écoule à Lyon dans des roches cristallines est le résultat de deux failles d'époque ancienne. La première formation de la vallée de la Saône et du Rhône date des grands mouvements orographiques de la fin de la période crétacée qui ont formé la chaîne cébenno-vosgienne d'un côté, le Jura et les Alpes de l'autre. La vallée du Rhône de Genève à Yenne doit avoir été ouverte dans le même temps. La mer des époques éocène et miocène a formé dans la vallée du Rhône un golfe profond; elle s'est retirée vers le sud à l'époque pliocène inférieure, pour faire place à des dépôts terrestres ou d'eau douce.

Au commencement de l'extension des glaciers (époque pliocène moyenne et supérieure), les cours d'eau grossissant accumulent aux environs de Lyon un immense cône de déjection dont le sommet est entre Lagnieu et la Balme et qui barre une première fois la vallée de la Saône. Les glaciers s'avançant, les eaux qui s'écoulent sous eux opèrent un deuxième creusement de la vallée. La grande extension des glaces opère un nouveau barrage auquel succède, au moment de leur retrait, un troisième et dernier creusement. Les glaciers alpins ne se sont avancés qu'une seule fois jusqu'à Lyon. L'homme préhistorique a été témoin de ce phénomène.

Les recherches relatives au terrain glaciaire se sont enrichies cette année d'un ouvrage considérable dû à MM. Falsan et Chantre[1], et qui concerne les anciens

[1] Falsan et Chantre, Monographie géologique des anciens gla-

glaciers et le terrain erratique de la partie moyenne du bassin du Rhône. Nous renvoyons à l'analyse que M. Desor[1] en a publiée dans les *Archives*, et nous nous bornons à signaler ici quelques faits :

Le plus considérable des anciens glaciers de cette région est celui du Rhône qui se réunit en avançant à celui de l'Arve et aux autres glaciers de la Savoie et du Dauphiné; ses moraines terminales s'étendent suivant une longue ligne concentrique passant par Bourg, Trévoux, Lyon et Vienne. Il ne comptait pas dans cette direction moins de 460 kilomètres de longueur à partir de son origine. Sa puissance verticale était de 1200 à 1600 mètres dans sa partie supérieure, mais elle diminuait beaucoup au delà de la chaîne de la Dent-du-Chat et du massif de la Chartreuse, où il gagnait, au contraire, en surface. Les auteurs ont représenté sur une carte spéciale l'étendue de ce glacier qui, partant de Schneestock, atteignait d'un côté le bord du Rhin, de l'autre les plaines du Dauphiné, et ils en ont donné une coupe longitudinale. Arrivé dans les plaines de France, au lieu de descendre régulièrement le long de la vallée, il dut, par suite d'obstacles naturels, se replier vers le nord sur le plateau des Dombes et dans la direction de Trévoux et de Bourg.

A ce vaste glacier vinrent s'ajouter ceux du Bugey et des chaînes secondaires de la Savoie et du Dauphiné qui, à son contact, étaient tantôt déviés, comme celui de la Valserine, de manière à cheminer parallèlement à lui, tantôt envahis et recouverts. Du sud-est arrivaient

ciers et du terrain erratique de la partie moyenne du bassin du Rhône. 2 vol. et une carte, 1879, 1880.

[1] Desor, *Archives des Sc. phys. et nat.*, 1880, IV, 549.

ceux de la Romanche et du Drac, qui rencontraient à Grenoble celui de l'Isère et qui, s'avançant au nord-ouest, étaient envahis par l'extrémité du grand glacier delphino-savoisien. A l'ouest se trouvaient les nombreux glaciers du Lyonnais, du Beaujolais et du Mont-Pilat. Cette brève énumération montre la complication du phénomène erratique dans cette contrée.

Tout en reconnaissant que les glaciers ont été soumis à des oscillations plus ou moins considérables, les auteurs n'ont reconnu nulle part l'existence de deux époques glaciaires distinctes. Ils admettent que l'homme a pu être contemporain de l'ancienne et grande extension. La colline de Charbonnières en Mâconnais, qui domine actuellement la Saône de 20 mètres, a pu être occupée par les hommes de l'âge de la pierre, après le creusement de la vallée de la Saône, au milieu des alluvions anciennes ou glaciaires et avant le moment de la plus grande extension des glaciers alpins.

M. Chavannes[1] a signalé quelques faits intéressants relatifs à la gravière de Romanel près de Lausanne. Elle présente un singulier mélange de matériaux alpins et mollassiques; parmi ces derniers se trouvent beaucoup de blocs de mollasse grise qui doivent provenir de gisements voisins, et de blocs de mollasse rouge qui ne peuvent être tombés sur le glacier que dans les environs de Chexbres et de Vevey.

On trouvera dans le mémoire de M. Baltzer[2] quelques observations relatives aux blocs erratiques dans les Alpes bernoises. L'auteur signale, entre autres, dans le Hasli, un

[1] Chavannes, *Bull. soc. vaud.*, 1880, XVII, VI.
[2] Der mechanische Contact.....

bloc de gneiss à plus de 1200^m de hauteur, soit à 600 ou 700^m au-dessus de Hof dans le fond de la vallée. Il marque probablement la limite supérieure de l'ancien glacier.

M. Stapff[1] a aussi donné d'intéressantes indications sur les anciens glaciers du Gothard.

M. Gutzwiller[2] a fait l'étude de la nagelfluh poreuse ou diluvienne, sur l'âge de laquelle les géologues ont exprimé jusqu'ici des opinions très diverses. Ce terrain, dépourvu de fossiles, a une grande ressemblance soit avec la nagelfluh miocène, soit avec les graviers de la période diluvienne. Il repose partout sur la mollasse, sans alterner jamais avec elle. Il forme un seul banc, toujours horizontal, qui se trouve soit sur les sommités (Utliberg, Irchel, etc.), soit dans les dépressions (Au, Ottikon); les cailloux arrondis sont souvent un peu plus gros que ceux de la nagelfluh miocène; 95 % sont calcaires ou gréseux; le reste est de roches cristallines; la plupart proviennent de la nagelfluh sous-jacente, mais on y remarque moins de roches cristallines feldspatiques, qui sont très altérées dans la roche miocène et n'ont pu supporter le transport. Le ciment en est poreux, à gros grains et formé d'éléments variés, souvent sans consistance. On n'y trouve pas de cailloux impressionnés, ni écrasés; mais les cailloux calcaires sont souvent rongés et évidés et présentent des cavités de plusieurs centimètres remplies d'une argile fine; ils sont parfois tout à fait spongieux; c'est le résultat d'une action chimique qu'on n'observe jamais dans la nagelfluh miocène, bien que les cailloux ainsi altérés en proviennent.

[1] Geologisches Profil.....

[2] Die löcherige Nagelfluh.....

Ce terrain a été rapporté d'abord au terrain miocène, puis et plus généralement à l'époque quaternaire; mais M. Mayer (Rev. pour 1875, 375) est revenu dernièrement à l'idée d'attribuer la nagelfluh de l'Utliberg et celle de l'Au, qui en font partie, à la fin de l'époque tertiaire. M. Gutzwiller décrit minutieusement les caractères de ces deux dépôts et de celui du Reidbach qui est intermédiaire, et il démontre qu'ils doivent avoir été formés par des eaux courant à la surface des anciens glaciers et déposant sur leur bords ces amas caillouteux, le plus élevé, celui de l'Utliberg, étant le plus ancien. La nagelfluh d'Altschloss a aussi la même origine. A l'E. du lac de Zurich, les dépôts de cette roche qu'on observe à Ottikon, Ober-Uster, Gutensweil et Wangen, datent aussi de l'époque glaciaire. La présence de cailloux de calcaire et de quartzite écrasés prouve qu'ils ont été soumis à une forte pression qu'on ne saurait attribuer qu'au glacier. Il faut donc admettre qu'ils datent de l'époque interglaciaire et qu'ils ont été recouverts par un nouvel envahissement de la glace.

L'auteur attribue aussi à l'époque glaciaire la nagelfluh poreuse de la Thurgovie, de Schaffhouse et de la partie septentrionale du canton de Zurich; c'est par cette hypothèse seulement que peuvent s'expliquer diverses observations, telles que la présence de la sernifite dans la nagelfluh de l'Irchel, dont l'épaisseur est de 60^{m}. On ne trouve nulle part, entre ce dépôt et les Alpes, les traces d'un courant qui eût été capable de le produire et de le former à une si grande hauteur. Les amas de cette roche sur les parties élevées ont dû s'opérer alors que ces crêtes étaient encore à découvert et que la glace les bordait sur les deux versants; ils disparurent ensuite sous

elle. Ils datent vraisemblablement de sa première extension.

La nagelfluh poreuse des environs de Bâle, recouverte d'une grande épaisseur de lœss appartient probablement aussi à la même époque.

M. Fraas[1] reconnaît dans la Haute-Souabe deux terrains morainiques; l'un, plus ancien, recouvrant de grandes étendues, fertile, est formé d'argile mêlée de cailloux variés, entièrement décomposés jusqu'à une grande profondeur dans l'intérieur du sol; l'autre, plus récent, en collines irrégulières qui rappellent tout à fait les moraines actuelles, forme un sol maigre sur lequel pousse une herbe rare, et il est parsemé de blocs souvent considérables. Une tranchée, faite pour le chemin de fer de Kisslegg à Wangen, a montré comment les argiles et sables tertiaires sur lesquels le glacier avançait, ont été refoulés, comprimés, contournés et mêlés à la moraine profonde. M. Fraas a pu constater ensuite les mêmes phénomènes à Leipzig où ils sont dus aux glaciers du nord. On trouve, soit dans l'Allemagne du nord, soit dans la Souabe, des nagelfluhs quaternaires compactes, et la pression de la glace n'a pas dû rester sans influence sur la formation de ces roches. Elle a été considérable puisqu'on trouve du terrain erratique au sommet de la butte de phonolithe du Hohentwiel qui s'élève de 266^{m} au-dessus de la plaine.

La tranchée indiquée donne une coupe excellente du terrain glaciaire et montre très bien la jonction entre la moraine ancienne et récente. M. Fraas n'admet pas, d'ailleurs, qu'il y ait eu un long intervalle de temps entre

[1] Fraas, Glaciales. *Neu. Jahrb.*, 1880, 268.

les dépôts de ces terrains, qu'il rapporte à une seule période.

Glaciers actuels. M. Baretti[1] a fait une étude détaillée du grand glacier du Miage qui descend du Mont-Blanc sur le versant italien. Il en a donné un plan à 1 : 10,000, avec une série de coupes transversales. Il décrit le bassin de ce glacier, le cirque par lequel il est alimenté, puis le glacier d'écoulement. La moraine latérale droite retenant les eaux de l'Allée-Blanche a formé le lac Combal (longueur 2 kilomètres, largeur 400 mètres). Nous ne pouvons entrer ici dans les détails de la description; mais nous signalons ce mémoire comme une étude très exacte d'un glacier qui peut être regardé comme un type d'un grand glacier de premier ordre.

Le même auteur[2] a retracé l'histoire du lac Ruitor, situé sur le flanc du Val d'Aoste, au pied du glacier du même nom. Il cite une multitude de documents relatifs à ce lac et aux débâcles dont il est cause. Situé à 2302^{m} au-dessus du niveau de la mer, il a environ 400^{m} de long et 130^{m} de large. Aujourd'hui il est séparé par des moraines du glacier, qui est très réduit, et il s'écoule par un émissaire qui est la source du torrent du Ruitor. Avant 1864, il était bordé par la glace même qui formait un barrage; il se déversait en suivant une autre direction dans un petit lac dont les eaux se réunissaient au torrent du Ruitor sortant directement du glacier. Deux cartes à grande échelle nous montrent l'état des

[1] Baretti, Il Ghiacciaio del Miage, versante italiano del gruppo del Monte Bianco (Alpi Pennine). *Mem. R. Accad. Torino*, 1880, XXXII.

[2] Baretti, Il Lago del Rutor (Alpi Graji settentrionali). *Boll. del Club alp. ital.*, 1880.

choses en 1879 et en 1860, et le retrait de 800^{m} subi par le glacier. Le lac a diminué de 100^{m} en longueur et de 170^{m} en largeur; sa surface était alors plus élevée de 45^{m} et le glacier avait alors 65 à 70^{m} d'épaisseur, là où maintenant il n'en compte plus que 5. Ces modifications sont probablement les causes des débacles constatées par les documents historiques. Dans les époques de grande extension ou de grand retrait, le lac s'écoule régulièrement; mais dans celles où les oscillations du glacier produisent successivement des barrages et des ruptures de digue, il se forme les débâcles; les plus anciennes dont on ait conservé la date sont survenues en 1574, 1595, 1640, 1646 et 1680. Divers projets ont été faits pour amener un écoulement des eaux régulier et indépendant des variations du glacier; M. Barretti les examine et les discute tour à tour. A ce mémoire est annexé un projet de M. Marengo qui propose pour atteindre ce but le creusement d'un tunnel.

D'après M. Ch. DUFOUR[1], le retrait du glacier du Rhône de 1877 à 1879 a été suivant les points de 20 à 100 mètres.

PHÉNOMÈNES RÉCENTS. Après avoir rappelé en quelques mots l'éboulement de Vitznau (Rev. pour 1879, 230), M. BALTZER[2] essaie d'établir une classification des éboulements d'après leur grandeur et la nature des matériaux qui les composent, et il en choisit divers exemples parmi ceux de la Suisse. La cause en est généralement l'eau par son accumulation ou comme agent d'érosion, de dissolution ou de désagrégation.

[1] *Bull. soc. vaud*, 1880, XVI, 706.

[2] Baltzer, Ueber Bergstürze *Neu. Jahrb.*, 1880, 197.

Un glissement de terrain considérable s'est manifesté au-dessus du village de Brienz dans les Grisons. D'après M. F. de SALIS [1], une masse de 27 hectares de surface et 13,500,000$^{m^3}$ a commencé en 1877 à glisser sur les schistes des Grisons qui lui servent de base. La masse ébranlée est formée de roches de la dolomie principale qui est très découpée et présente par places des fentes de plus de 100^m de profondeur. Le mouvement semble être aujourd'hui presque arrêté, mais on ne peut savoir s'il ne reprendra pas.

M. FRAISSE [2] a signalé les éboulements les plus considérables survenus sur les bords des lacs de Bienne et de Morat par suite de l'abaissement de leurs eaux; ces mouvements du sol n'ont pas dépassé les limites prévues par les ingénieurs.

M. BALTZER [3] a recherché l'origine des marmites de géants. Il en a constaté un grand nombre dans les Alpes sur les bords de torrents actuels, et il en indique quelques-unes plus anciennes, aujourd'hui éloignées des cours d'eaux. Il ne pense pas qu'on puisse leur attribuer une origine glaciaire. En effet, il n'en a jamais reconnu dans le voisinage immédiat des glaciers, et leur formation exige un temps extrêmement long, ce qui est contraire au fait de la progression de la glace. Ce ne sont donc pas des *moulins* qui peuvent en être l'origine, mais il faut l'attribuer à des cours d'eaux antérieurs au dépôt du terrain glaciaire.

[1] F. von Salis, Bergeinsturz bei Brienz, Kanton Graubünden. *Jahrb. S. A. C.*, 1880, 563.

[2] Fraisse, Note sur les érosions de Vallamand. *Bull. soc. vaud.*, 1880, XVII, 157.

[3] Der mechanische Contact.....

L'auteur est ainsi en contradiction avec la théorie exposée par M. Heim pour expliquer la formation du *Jardin des glaciers*, à Lucerne (Rev. pour 1873, 341) et admise également par plusieurs géologues allemands [1] qui ont tous rapporté à l'action glaciaire les nombreuses marmites de géants reconnues récemment dans le nord de l'Allemagne.

Faune quaternaire. M. Regazzoni [2] a décrit le gisement de marmottes fossiles de Baragiola près d'Olgiate (environs de Côme), signalé par M. Mercalli (Rev. pour 1878, 423). Sous la terre végétale se trouve un terrain de 2m,50 d'épaisseur, formé d'un amas et non stratifié de sable et de cailloux, semblable à celui de Cassina Rizzardi; ces cailloux sont granitiques, porphyriques, quartzeux ou calcaires; beaucoup sont polis et striés; mais il n'y a pas de galets. Sous cette formation est un dépôt de gravier dans lequel on a recueilli des ossements de marmottes (*Arctomys marmotta*), tous détachés les uns des autres, appartenant à une trentaine d'individus. D'autres ont été trouvés à Bulgaro Grosso, mais dans d'autres conditions; les squelettes y sont encore partiellement conservés et ils sont associés à des fossiles marins. Ces deux gisements paraissent donc avoir une origine différente.

M. Girardot [3] a fait connaître les résultats de fouilles opérées dans plusieurs cavernes du Jura. L'une d'elle, nommée la Caverne-à-la-Vieille, au Mont des Ifs, près de

[1] Nölting, *Zeitschr. d. d. geol. Ges.*, 1879, XXXI, 353; Behrend, *Ibid.*, 1880, XXXII, 56; Penck, *Ibid.*, 1880, XXXII, 627.

[2] Regazzoni, Le Marmotte fossili dei dintorni di Como. *Atti Soc. ital. d. sc. nat.*, 1879, XXII, 22.

[3] Girardot, Études d'archéologie préhistorique, de géologie et de botanique dans les environs de Chatelneuf (Jura). *Mém. Soc. d'Émulat. du Jura*, 1879, et à part.

Châtelneuf, présente, sous une couche de stalagmite, un dépôt de boue glaciaire à blocs et cailloux striés, dans lequel il a trouvé des débris de marmottes (*Arctomys marmotta*) qui ont été déterminés par M. Rutimeyer. Ils se composent de deux demi-maxillaires inférieurs, dont l'un est très bien conservé et n'a certainement pas été charrié par le glacier. Cet animal a donc vécu en cet endroit à l'époque glaciaire[1].

M. Girardot a aussi décrit la station préhistorique de Ney dans le Jura; c'est un abri sous roche situé au pied du pic de la Grande-Châtelaine, au fond de la Reculée de Ney qui avoisine la route de Lons-le-Saunier à Champagnole. L'auteur a exploité avec grand soin la couche archéologique qui a une épaisseur de $1^{m},50$ environ et qui est recouverte des éboulis du pic voisin; il y a recueilli un fragment de bronze, de nombreux outils de pierre polie, parmi lesquels une hachette en euphotide, des grès à polir et des percuteurs en quartzite, plus de 3000 fragments de poteries, 10 fusaïoles, un reste de foyer, de nombreux débris d'animaux, des coques de glands et coquilles de noisettes, etc. Plusieurs instruments de bronze ont été trouvés dans le voisinage et datent probablement de la fin de l'époque d'habitation de la station. Les dents et les

[1] La présence de la marmotte dans le Jura à l'époque quaternaire a aussi été signalée par divers auteurs, par M. Bonjour, à Charbonny, dans un dépôt de charriage glaciaire (*Géologie stratigraphique du Jura*, 41), par M. Tuefferd dans la grotte de Chataillon près de Montbéliard, où elle se trouvait avec l'aurochs, le castor et des silex taillés (*Mém. Soc. émul. Montbéliard*, 1878, II, 70-85), par MM. Bleicher et Faudel dans la grotte d'Oberlarg (Haute-Alsace) avec des outils de silex, du cuivre et des poteries (*Matér. pour l'hist. de l'homme*, 1878, 401). Elle a aussi été reconnue dans les grottes de Veyrier, de Villeneuve, de Thayngen et sur divers points des Alpes (Rev. pour 1878, 423).

ossements, généralement fendus en long, appartiennent au porc, qui est le plus abondant, au bœuf, au mouton, à la chèvre, au cheval, au cerf et au chien qui est le plus rare. La simplicité des poteries et la rareté du métal font supposer que cette station date du commencement de l'époque de bronze. Une vue et un plan de la station, ainsi que les figures d'un grand nombre d'objets accompagnent cette note.

Une nouvelle station de l'époque de la pierre a été découverte sur la rive droite du lac de Neuchâtel près de Gerlafingen. Elle a déjà fourni des objets en silex avec manches en corne de cerf, des pelotons de fil carbonisés, des haches en néphrite, etc.

M. V. Gross[1] a figuré un canot en bois de chêne trouvé à Vingreis au bord du lac de Bienne, à $0^{m},80$ de profondeur dans des terrains d'alluvions; il est carré à l'arrière et orné à l'avant d'un prolongement en forme d'éperon; sa longueur est de $9^{m},55$, sa largeur maximum de $0^{m},90$ et sa hauteur de $0^{m},46$.

Le même auteur[2] a retiré de la palafitte de Locraz une hache en cuivre pur à double tranchant, de $0^{m},42$ de longueur, et pesant plus de 3 kilogrammes; sa forme est très élégante. Il suppose qu'elle a été importée de l'étranger.

M. F. Keller[3] a signalé des masses de fer allongées pesant de 5 à 6 kilogrammes, et qui ont été trouvées dans

[1] Gross, Le canot lacustre de Vingreis (lac de Bienne). *Indic. d'antiquités suisses*, 1880, 69.

[2] Une double hache en cuivre de Locras. *Indic. d'antiq. suisses*, 1880, 1.

[3] Keller, Præhistorische Eisenbarren. *Indic. d'antiq. suisses*, 1880, 25.

plusieurs tourbières. Elles paraissent être provenues de l'étranger et avoir été destinées à la fabrication de divers objets de ce métal; on en a trouvé récemment une dizaine dans une tourbière près de Hedingen (canton de Zurich).

M. H. Fischer [1], qui a examiné et analysé un grand nombre d'instruments préhistoriques de jadéite, de néphrite et de chloromélanite, trouvés en Europe, partage l'opinion qui explique par l'importation la présence de ces roches et il ne croit pas qu'elles se trouvent dans les Alpes.

Cet auteur [2] a fait une étude minéralogique spéciale des matières qui constituent ces instruments préhistoriques. Après avoir examiné la nature et le mode de travail d'un grand nombre d'entre eux, il a reconnu qu'ils sont polis ou taillés suivant la nature de la roche utilisée, mais que l'on ne doit pas caractériser par le genre du travail deux époques différentes. Certaines matières peuvent seulement se polir, d'autres ne peuvent être utilisées que taillées, et l'un de ces procédés n'indique pas une civilisation plus avancée que l'autre. Nous signalons ici, sans pouvoir les analyser, plusieurs des mémoires de ce savant.

[1] H. Fischer, Ueber Jadeit. *Neu. Jahrb.*, 1880, 174.

[2] Ueber die mineralogische Bestimmung archäologischer Steinobjecte. *Neu. Jahrb. I*, Beil.-Band, 1880, 113. Ueber die in öffentlichen und Privat-Museen Deutschlands, Oesterreichs, der Schweiz und Oberitalien vorfindlichen grösseren Beile aus Nephrite, Jadeit und Ch'oromelanit. *Correspond. Bl. d. d. anthrop Ges.*, 1880. Ueber Verbreitung der Steinbeile aus Nephrit, Jadeit und Chloromelanit besonders in Europa. *Ibid.*, 1879. Ueber prähistorische Kieselwerkzeuge. *Arch. für Anthropol.*, 1880, 273. Ueber die Fähigkeit der Quarzvarietäten zu Werkzeugen, u. s. w., verarbeitet zu werden. *Corresp. Bl. d. d. anthrop. Ges.*, 1880.

M. Berwerth[1] croit que la nephrite se trouve dans les Alpes. Après avoir donné des analyses de cette roche provenant de la Nouvelle-Zélande et l'avoir caractérisée comme un schiste à actinote compacte, il émet l'idée qu'elle se rencontrera dans les montagnes du Valais ou des Grisons; la découverte récente de nombreux instruments de cette roche dans la palafitte de Maurach près d'Uberlingen (lac de Constance) lui paraît encore confirmer cette opinion[2]. La couleur verte des objets de cette matière trouvés dans les palafittes semble prouver qu'elle provient de gisements indigènes; en effet, les néphrites d'Asie ont généralement une couleur beaucoup plus claire; la petite dimension des instruments est aussi un argument favorable et indiquerait qu'ils proviennent de gisements en bancs minces, les néphrites d'Asie pouvant être taillés en instruments beaucoup plus grands. La jadéite paraît, au contraire, être d'importation étrangère.

D'après M. Rytz[3], on a trouvé à Châtroz, sur la rive gauche de la Morge, près de Couthey dans le Valais, sept tombes préhistoriques à une profondeur de 4 ½ pieds; elles étaient entourées de plaques de pierre et recouvertes par un bloc erratique; elles ont fourni des crânes, des ossements et deux pots ronds, l'un de pierre ollaire, l'autre de micaschiste, qui, malheureusement, ont été brisés.

M. Wirz[4] a découvert une pierre à écuelles dans le

[1] Berwerth, Ueber Nephrit und Bowenit aus Neuseeland. *Sitzungsb. der k. k. Akad. Wiss.*, 1879, t. 80.

[2] Berwerth, Kommt Nephrit in den Alpen vor? *Neu. Jahrb.*, 1881, I, 99.

[3] Rytz, *Indic. d'antiq. suisses*, 1880, 66.

[4] O. Wirz, Schalenstein im Bagnethal (Wallis). *Indic. d'antiq. suisses*, 1880, 1.

village de Villette, en face du Châble dans la vallée de Bagne; c'est un bloc de gneiss de 1m,45 de long, 0m,70 de large et 0m,10 de haut, sur lequel on compte onze écuelles.

M. Truchet[1] a décrit plusieurs pierres à écuelles qui se trouvent à Fontcouverte en Maurienne; ces blocs sont disposés dans un ordre presque symétrique sur trois lignes à peu près parallèles. Il a signalé aussi un bloc de grès anthracifère de 1m,80 de long, parfaitement poli, marqué de 11 rainures droites et qui devait servir de polissoir pour les instruments de pierre.

[1] F. Truchet, Les pierres à bassins ou à écuelles et le polissoir de Comborsière. *Rev. savois.*, 1880, 105.

CONSIDÉRATIONS

SUR

L'ÉTUDE DE LA PHYLLOTAXIE

PAR

M. C. DE CANDOLLE

I

APERÇU HISTORIQUE

La régularité géométrique qu'on observe dans les pousses latérales de chaque axe n'a pas lieu de surprendre chez les plantes cryptogames dont la tige est pourvue d'une cellule terminale. Dans ce cas, en effet, la position des organes latéraux peut se déduire à priori de la forme de cette cellule terminale et de la loi, suivant laquelle s'effectuent ses segmentations successives. Mais les choses se passent tout autrement chez les végétaux supérieurs. Chez ceux-ci la cellule terminale unique est remplacée par un groupe de cellules initiales concourant toutes ensembles à la formation des tissus de la tige dont elles constituent l'extrémité soit le *cône végétatif*. Les organes latéraux que produit ce cône naissent en général à une assez grande distance au-dessous de son sommet, en sorte que les plus jeunes d'entre eux sont séparés de l'extrémité de la tige par un très grand nombre de cellules dont il n'est pas possible de déterminer la filiation. Ces organes n'en

présentent pas moins une disposition tout aussi régulière que chez les plantes à cellule terminale unique.

La cause morphologique de cette régularité est, jusqu'ici, restée fort obscure, bien qu'elle ait fait l'objet de nombreuses recherches de la part des observateurs les plus éminents. Cet insuccès a tenu, croyons-nous, à ce que l'on n'a pas toujours assez distingué entre la recherche des lois morphologiques et la détermination des conditions purement géométriques du problème. Ces dernières qui s'appliqueraient à des points mathématiques symétriquement répartis sur une surface donnée tout aussi bien qu'à des organes végétaux, doivent forcément se retrouver dans la disposition de ces derniers sans constituer pour cela des lois morphologiques.

C'est ce qu'avaient fort bien compris plusieurs auteurs, en particulier les frères Bravais ainsi que le crystallographe Naumann. C'est aussi le point de vue auquel nous nous sommes placé dans un précédent écrit[1]. Nous nous proposons aujourd'hui de développer les idées que nous nous étions alors borné à indiquer sommairement. Mais afin de mieux faire comprendre le but que nous poursuivons, nous croyons devoir commencer par résumer l'historique de cette question dont l'origine et les phases successives ne manquent d'ailleurs pas d'intérêt.

Les plus anciens auteurs[2] ont bien observé une certaine symétrie dans la disposition des feuilles, mais Bonnet est le premier qui ait fait de ce sujet une étude vraiment

[1] C. de Candolle, Théorie de l'angle unique en Phyllotaxie. *Archives des Sciences phys. et nat.*, 1865, t. XXIII, p. 199.

[2] En particulier : Sauvages : *Mémoire sur une nouvelle méthode de connaître les plantes par les feuilles*. Montpellier, 1743, et Linné dans sa *Philosophia botanica*.

scientifique. Il s'en est occupé fort en détail dans son ouvrage sur les Usages des Feuilles [1]. Fidèle à son penchant pour les causes finales, il s'attache surtout à montrer que les divers modes de dispositions qu'affectent ces organes ont pour but de faciliter l'accomplissement de leurs fonctions, dont les deux principales, suivant lui, sont l'absorption de la rosée et la transpiration.

« La transpiration qui s'opère par les feuilles, dit-il, exigeait aussi que l'air circulât librement autour d'elles et qu'elles se recouvrissent le moins qu'il était possible, etc. »

S'appuyant sur des notions mathématiques précises et approfondies qu'il devait à son ami le prof. Calandrini, Bonnet distingue cinq modes soit cinq ordres de distribution des feuilles. Les trois premiers ordres répondent aux cas où les feuilles sont distribuées le long des branches sur deux lignes parallèles et diamètralement opposées, ou par paires de façon que celles d'une paire croisent à angles droits celles de l'autre paire, ou enfin en verticilles. Les définitions des quatrième et cinquième ordres méritent davantage de fixer l'attention, car elles se rapportent à des faits qui n'avaient encore été remarqués et analysés par personne, à savoir la disposition en quinconce qui constitue le quatrième ordre et celle par spirales multiples telle qu'on l'observe sur les cônes de conifères. Le passage suivant dans lequel Bonnet décrit ces deux ordres renferme, comme on va le voir, le germe de toutes les idées qui ont été depuis lors émises sur la Phyllotaxie.

« Le quatrième ordre peut se nommer en *quinconces*, et

[1] Ch. Bonnet, Recherches sur l'usage des feuilles dans les plantes. Gœttingue et Leyde, 1754.

est composé de feuilles distribuées de cinq en cinq. Pour concevoir nettement cette distribution, tirons le long d'une baguette cinq lignes parallèles et à égale distance les unes des autres. Au bas de la première ligne, marquons la place de la première feuille. Un peu au-dessus et sur la troisième ligne plaçons la seconde feuille. A égale distance de celle-ci et sur la cinquième ligne posons la troisième feuille. Plaçons la quatrième feuille sur la seconde ligne, la cinquième feuille occupera la quatrième ligne. Nous aurons ainsi une suite de cinq feuilles, dont les surfaces ne se recouvriront point.

« Continuons et formons un second quinquille : la première feuille de celui-ci se trouvera posée précisément sur la même ligne que la première feuille du quinconce précédent. Mais comme ces deux feuilles sont placées à une distance considérable l'une de l'autre, elles ne sauraient se nuire dans leurs fonctions.

« Les cinq lignes que nous venons de tirer sur une baguette, la nature les a tirées elle-même sur les tiges et les branches de plusieurs espèces de plantes et en particulier sur celles de *ronce* où elles forment cinq cannelures très distinctes, sur lesquelles les feuilles sont rangées. La coupe transversale d'une semblable tige est un véritable pentagone.

« Le cinquième ordre est le plus composé, et peut se nommer à *Spirales redoublées ;* il est formé de feuilles arrangées sur plusieurs spirales parallèles. Le nombre de ces spirales et celui des feuilles dont chaque tour est composé peuvent donner naissance à des sous-divisions. Tantôt les spirales sont au nombre de trois, dont chaque tour renferme sept feuilles. Tantôt les spirales sont au nombre de cinq, dont chaque tour contient onze feuilles. Dans la

première espèce on compte vingt-une feuilles dans un tour complet de trois spirales; dans la seconde espèce le tour complet de cinq spirales donne cinquante-cinq feuilles.

« Traçons sur un bâton trois ou cinq spirales parallèles; sur chaque tour de ces spirales, piquons à une distance à peu près égale les unes des autres, sept ou onze épingles, et nous aurons une idée très nette de cet arrangement. Ainsi, dans la branche du Pin représentée dans la planche XX, fig. 5, les feuilles montent en formant trois spirales qui partent des trois angles du triangle équilatéral *a, b, c*. Les feuilles de la première spirale *a* sont rangées suivant les angles de l'heptagone E. Celles de la spirale *b* répondent aux angles de l'heptagone H. Celles de la spirale *c* aux angles de l'heptagone I. Il suit de là que ces feuilles sont placées correspondamment aux angles d'une figure à 21 côtés. Dans le sapin, où l'on compte cinq spirales, les feuilles de chacune répondent à un endécagone et forment sur les jeunes pousses, des cannelures très sensibles.

« La découverte de cet ordre est due à la grande sagacité de M. Calandrini. Il ne paraît pas du moins que les botanistes aient connu cette distribution. »

Enfin, le passage suivant achèvera de montrer jusqu'à quel degré de précision Bonnet avait poussé l'étude de la disposition des feuilles.

« Je ne mets point au rang des variétés du quatrième ordre une particularité qui mérite une grande attention. J'ai dit, en décrivant cet ordre, que la première feuille du second quinquille répondait précisément à la première feuille du premier quinquille.

« Un jour que j'observais attentivement un jet d'abrico-

tier, je remarquai que la première feuille du second quinquille déclinait un peu à droite de la ligne sur laquelle la première feuille du premier quinquille se trouvait placée. J'observai que cette déclinaison continuait dans le même sens, et suivant la même proportion, dans toutes les feuilles correspondantes, et que cela formait une spirale qui tournait autour de la tige.

« Je soupçonnais que c'était là un de ces cas particuliers, dont on ne peut tirer aucune conséquence. Mais ayant examiné un grand nombre d'autres jets de la même espèce, et des jets d'espèces différentes, je vis dans tous la même particularité, la même déclinaison. Tantôt la spirale montait de droite à gauche, tantôt de gauche à droite.

« Cette observation m'a fait un extrême plaisir, parce qu'elle m'a paru une espèce de démonstration de la fin que j'ai assignée à l'arrangement des feuilles. La déclinaison graduelle des feuilles correspondantes de la même tige prévient le recouvrement, et assure à chaque feuille le plein exercice de ses fonctions. »

Après Bonnet l'étude de la disposition géométrique des feuilles fut presque complètement abandonnée pendant assez longtemps ; si ce n'est cependant qu'elle donna lieu à un intéressant travail de Palissot de Beauvois, publié en 1812[1]. Cet auteur cite en détail les observations de Bonnet dont il admet les cinq ordres. En outre, il attire l'attention sur ce fait intéressant que la forme de l'étui médullaire des tiges dépend en général de la disposition des feuilles.

[1] Palissot de Beauvois, *Mémoires et observations sur l'arrangement et la disposition des feuilles, sur la moëlle des végétaux ligneux et sur la conversion des couches corticales en bois.*

De Candolle, dans son Organographie [1], s'est borné à reproduire les idées de Bonnet, reconnaissant avec lui que les dispositions qu'affectent les feuilles sont en rapport avec leurs fonctions dont l'accomplissement se trouve facilité, ainsi qu'il le dit, « par le fait que celles des feuilles qui naissent immédiatement les unes au-dessus des autres ne se recouvrent jamais. »

Ce n'est qu'en 1834, c'est-à-dire quatre-vingts ans après la publication de Bonnet que la recherche des lois géométriques qui président à l'arrangement des feuilles fut de nouveau sérieusement abordée. Elle reçut alors une impulsion toute nouvelle sous l'influence de Charles-Friederich Schimper. Sa théorie de la *position des feuilles* (Blattstellung), soit de la Phyllotaxie, se répandit promptement, grâce surtout à l'exposé lumineux qu'en fit l'illustre Alexandre Braun dans le journal *Flora* [2].

Le grand mérite de Schimper est d'avoir, le premier, clairement conçu que le fait principal en ce qui concerne la disposition des feuilles, réside dans leur distance angulaire relativement à l'axe du rameau qui les porte, ou autrement dit, dans la valeur de l'angle compris entre deux plans menés par cet axe et par deux feuilles successives et non pas dans leur distance longitudinale. Cette distance augulaire qu'il nomme *angle de divergence* est constante le long d'un même rameau. Elle a pour chaque partie d'une même plante une valeur déterminée.

Développant les idées de Bonnet, sur la disposition spiralée des feuilles, Schimper introduit dans la science la notion du *cycle*, soit de l'ensemble des feuilles successives comprises sur chaque spire entre celles qui se recouvrent,

[1] De Candolle, *Organographie*, p. 328, 329.
[2] *Flora*, 1835.

ou sont le plus près de se recouvrir mutuellement. La considération de ces cycles et du nombre de feuilles dont ils se composent lui fournit une mesure précise de l'angle de divergence estimé en fractions de circonférence. Comparant ensuite entre eux tous les angles de divergence observés dans la nature, il constate que les fractions qui les expriment peuvent toutes se grouper en séries formées chacune de la suite des réduites successives d'une même fraction continue de la forme simple $\cfrac{1}{a+\cfrac{1}{1+\cfrac{1}{1+\text{etc.}}}}$

Malheureusement Schimper ne se borna pas à considérer les divergences et les cycles comme de simples expressions mathématiques propres à définir la disposition géométrique des feuilles. Il eut le tort de vouloir relier le fait purement géométrique de la disposition spiralée des feuilles avec leur mode de formation, sujet sur lequel on ne possédait alors que des notions hypothétiques que l'observation a plus tard démenties. Il se crut en droit d'affirmer que les axes, ainsi que les feuilles elles-mêmes, s'accroissent en spirale et à comparer les protubérances foliaires à des sortes de vagues produites dans cet accroissement spiral.

Ces idées, rendues jusqu'à un certain point plausibles par les faits connus de torsion et d'enroulement des tiges et des feuilles, ont longtemps joui d'un grand crédit, surtout en Allemagne où elles furent même partagées et développées par A. Braun.

Après avoir pris connaissance de la théorie de Schimper, A. Braun en fournit lui-même une brillante application dans son grand travail sur la disposition des écailles

des cônes de conifères[1]. Ce mémoire, qui abonde en faits nouveaux et en rapprochements curieux, renferme en outre des indications théoriques sur la manière de déterminer l'angle de divergence et le sens de la spire génératrice au moyen du nombre et de la direction des spires secondaires, seules visibles dans ces inflorescences condensées.

Dutrochet, qui avait eu connaissance des recherches de Schimper et de A. Braun, publia, vers la même époque, un mémoire intitulé *sur les variations dans la disposition des feuilles*. Il avait remarqué que chez certaines plantes à feuilles ordinairement opposées il arrive parfois que les rameaux produisent des feuilles alternes, lorsque leur végétation devient très active. Cette observation l'amena à penser que la disposition des feuilles dépend, dans une certaine mesure, de l'intensité de la végétation. S'appuyant sur ces cas de variations accidentelles il arriva à envisager, d'une manière générale, les diverses dispositions réalisées dans la nature comme dérivant les unes des autres; abordant ainsi le premier la question de leur origine, soit de leur phylogénie, pour employer le langage des modernes. Dutrochet alla même jusqu'à considérer toutes ces dispositions comme les étapes successives d'une évolution graduelle qui aurait eu pour point de départ le type des feuilles opposées, tel qu'il se montre dans les embryons dicotylédonés. Ce mémoire possède ainsi une grande importance historique puisqu'il renferme le principe de la théorie moderne de l'évolution, masqué il est vrai par des notions confuses et erronées touchant l'origine des

[1] A. Braun, Vergleichende Untersuchung der Ordnung der Schuppen; *Acta Acad. C. L. C. Naturæ curios.* LXV, 1834.

feuilles, notions qui se rattachent manifestement à la théorie de la palingénèse de Bonnet.

En 1837, l'étude de la phyllotaxie fut reprise de nouveau en France par les frères Bravais dans leur essai sur la *disposition des feuilles curvisériées ;* suivi de celui sur la *disposition symétrique des inflorescences,* deux importants mémoires[1] dans lesquels le côté mathématique de la question est traité avec une précision et une clarté qui manquait dans les écrits précédents. Ces auteurs n'envisagent aucunement le développement des organes et ils se bornent à considérer leur symétrie de position. Les rangées rectilignes ou en spirale sur lesquelles ils se répartissent ne sont à leurs yeux que des lieux géométriques, dont ils ont soin de faire connaître les propriétés générales avant d'aborder l'étude des faits observés dans la nature. Ils classent les feuilles en deux catégories distinctes sous le rapport de leur mode de disposition, à savoir : 1° les *feuilles curvisériées* c'est-à-dire disposées en tous sens autour de la tige suivant des lignes spirales et ne formant jamais de rangées rectilignes, en sorte que chacune d'elles se trouve seule sur une même droite parallèle à l'axe ; 2° les *feuilles rectisériées* qui sont disposées de telle manière qu'elles forment des rangées longitudinales parallèles à l'axe de la tige et composées de feuilles situées exactement les unes au-dessus des autres. La première catégorie comprend la plupart des dispositions de feuilles.

De même que Bonnet, les frères Bravais ont fort bien remarqué que les feuilles initiales des cycles successifs d'un même rameau ne sont pas, en général, exac-

[1] *Annales des Sciences naturelles*, t. VII.

tement superposées les unes au-dessus des autres, ainsi que Schimper l'avait admis. Ils ne leur a pas échappé que les feuilles correspondantes de cycles successifs forment, au contraire, elles-mêmes, des lignes spirales surtout visibles dans le cas où elles se trouvent condensées sur un axe raccourci. De là leur notion des feuilles *curvisériées* qui a l'avantage d'être appliquable à la fois aux écailles ou bractées très rapprochées les unes des autres telles qu'on les observe dans les inflorescences en cône, et aux feuilles espacées de la plupart des tiges et rameaux.

Du reste, les nombreuses observations des frères Bravais s'accordent pleinement avec celles de Schimper et de Braun. Comme eux ils constatent que les angles de divergence, exprimés en fractions de circonférence, rentrent tous dans un petit nombre de séries de réduites. Mais au lieu de considérer cette circonstance mathématique comme l'expression d'une loi naturelle, ils n'hésitent pas à l'attribuer au fait que ces fractions, par la manière même dont elles sont obtenues, ne peuvent représenter que des valeurs plus ou moins approchées du véritable angle de divergence. Ils vont même jusqu'à émettre l'idée que les fractions de chaque série correspondent en réalité à un seul angle, limite de la fraction continue dont ces fractions forment les réduites successives et dont la véritable valeur est par conséquent irrationnelle. Il est regrettable qu'ils n'aient pas, dans leur exposé mathématique préliminaire, montré comment cette idée de l'angle limite résulte, en effet, directement de la disposition symétrique des insertions. Cette lacune de leur travail a, sans doute, contribué à éloigner les botanistes d'une notion qui leur a paru n'être qu'une hypothèse abstraite et obscure. Aussi la plupart des auteurs subséquents ont-ils continué à

regarder les fractions des diverses séries comme exprimant les valeurs exactes des angles de divergence et à voir dans le groupement de ces fractions en séries, l'expression d'une loi naturelle.

Cette théorie n'avait cependant pas tardé à soulever des contradictions en Allemagne même, où elle avait pris naissance. Dès 1845, elle reçut un premier choc par la publication du mémoire de Naumann sur le *Quinconce*[1].

L'étude des tiges fossiles des Sigillariées et des Lepidodendron l'avait conduit à s'occuper de phyllotaxie. Tout en reconnaissant la parfaite exactitude des faits avancés par Schimper et par A. Braun, Naumann remarque avec raison que la structure anatomique des organes ne répond nullement à leur prétendu développement spiral; tandis que les tiges sont fort souvent munies de côtes longitudinales qui correspondent à des rangées d'appendices superposés. Aussi est-il d'avis « que les lois de la disposition « des feuilles, résultant de l'accroissement longitudinal « des axes, doivent trouver leur expression dans la consi« dération des rangées longitudinales, plutôt que dans « celle des spirales. »

Généralisant l'acception du *Quinconce*, Naumann considère sous ce nom un système de droites parallèles entre elles et séparées les unes des autres par un intervalle constant. Sur chacune de ces lignes il suppose une série de points équidistants; de telle sorte que ceux situés sur deux lignes consécutives soient déplacés les uns par rapport aux autres d'une fraction constante de leur écartement longitudinal sur chaque ligne. Cette fraction constitue

[1] Naumann, *Ueber den Quincunn als Grundgesetz der Blattstellung vieler Pflanzen*. Dresden und Leipzig, 1845.

l'élément caractéristique du quinconce, car de sa valeur dépend nécessairement le nombre des lignes parallèles qui le composent ainsi que la répartition de ces lignes sur le pourtour de la tige. Sous le rapport de cette répartition, le quinconce est, en effet, simple ou composé suivant que l'ensemble de ses lignes, prises dans l'ordre que nous venons d'indiquer, comprend une seule ou plusieurs révolutions autour de la tige. En rapportant la position de chaque point à un système d'axes rectangulaires ayant l'un de ces points pour origine, on arrive facilement à exprimer les valeurs générales des coordonnées de l'un quelconque d'entre eux, ainsi que les relations existant entre les nombres des spires secondaires des divers ordres et la fraction caractéristique du quinconce. Naumann aborde ensuite la recherche des lois reliant entre eux les divers quinconces, puis il cherche à se rendre compte de la manière dont s'effectuent les transitions de l'un à l'autre. Il a recours pour cela à l'étude de plantes telles que les Cactées, chez lesquelles le nombre des lignes quinconciales se trouve indiqué par la forme même des tiges. Ces observations l'amènent à reconnaître que le passage d'un quinconce à l'autre est toujours assujetti à certaines conditions quant à la direction et au nombre des spires secondaires auxquelles ces quinconces successifs donnent lieu. Il trouve, par exemple, *que toutes les fois qu'un quinconce plus compliqué succède sur une même tige à un autre plus simple, le nombre des spires secondaires d'un certain ordre dans le quinconce supérieur est égal au nombre de celles de l'un des autres systèmes de spires secondaires du quinconce précédent.*

En généralisant cette règle, reconnue vraie pour certains cas particuliers, Naumann arrive à cette conséquence

importante que les quinconces susceptibles de se succéder sur un même axe ne peuvent être que ceux dont les fractions caractéristiques appartiennent à une même série de la forme de celles signalées par Schimper et par Braun. En fait, ces séries ne sont donc pour lui que l'expression générale de conditions anatomiques réglant nécessairement les passages d'un quinconce à un autre. Chacune d'elles représente la classe des dispositions de feuilles qui peuvent se succéder sur un même axe. Les spires des divers ordres, y compris la spire fondamentale embrassant à elle seule toutes les feuilles successives d'un même axe, ne sont pour Naumann, comme pour les frères Bravais, que des lieux géométriques dont les propriétés servent à définir les diverses dispositions et à déterminer la valeur de la fraction caractéristique de chaque quinconce. Mais il n'en est pas de même des lignes quinconciales, soit rangées longitudinales qui, d'après lui, auraient leur raison d'être dans le mode même de développement des organes et correspondraient plus ou moins visiblement à leur structure anatomique.

L'hypothèse de l'accroissement en spirale, écartée d'emblée par les frères Bravais, puis combattue avec tant de force par Naumann, n'en continua pas moins à être admise par la plupart des auteurs jusqu'à Hofmeister qui la réfuta définitivement en montrant qu'elle ne s'accorde pas avec les résultats de l'observation directe. Non seulement rien dans le développement des jeunes pousses n'indique que leur accroissement suive une marche spirale, mais il est en outre prouvé que les organes latéraux ne naissent pas toujours dans l'ordre suivant lequel ils se succèdent le long de la spire idéale qui réunit leurs insertions. Enfin, l'axe d'un organe n'étant lui-même

qu'une conception géométrique sans réalité morphologique, il n'y a aucune raison de croire que le lieu de formation des pousses latérales soit nécessairement lié à leurs distances angulaires rapportées à cette ligne idéale. Aussi Hofmeister est-il conduit à faire dépendre le lieu de formation de chaque nouvel organe des positions que ceux qui ont pris naissance antérieurement occupent sur la surface du cône, et non plus, comme on l'avait fait jusqu'alors, de leurs distances angulaires. Ses nombreuses et patientes recherches l'amènent à formuler cette règle générale, confirmée par la plupart des faits connus aujourd'hui, à savoir que : *les nouvelles pousses latérales naissent au-dessus de la plus grande lacune que les insertions des pousses de même ordre les plus proches et formées antérieurement, laissent entre elles sur la surface du cône végétatif.*

Maintenant cette loi n'est-elle à ses yeux que l'expression des faits observés, ou bien résulte-t-elle pour lui d'une véritable action mécanique exercée à distance par les organes formés en premier lieu sur ceux qui leur succèdent? c'est ce qui ne ressort pas très clairement des termes dans lesquels il expose sa théorie. Certains passages de ses écrits semblent cependant bien indiquer chez lui l'intention de faire dépendre les lois de position de causes mécaniques directes. Il attache par exemple une grande importance au fait que l'apparition de toute nouvelle protubérance est accompagnée d'une modification dans la tension des tissus voisins, voire même dans la forme de la cellule terminale chez les cryptogames ou dans celle du cône végétatif chez les plantes dépourvues de cellule terminale.

La grandeur de la lacune comprise entre les plus jeunes protubérances formées sur un cône végétatif varie,

suivant Hofmeister, en raison du rapport qui existe à chaque instant entre l'accroissement latéral de leurs bases et celui de la région du cône sur laquelle ces protubérances ont pris naissance. De la valeur de ce rapport dépend celle des divers angles de divergence observés qui, d'après lui, rentrent le plus souvent et assez exactement dans les séries de fractions signalées par Schimper. Il reconnaît cependant, d'accord en cela avec les frères Bravais, que ces fractions ne sont que des valeurs approximatives et il n'est pas éloigné d'admettre avec eux que celles de chaque série représentent en réalité un seul et même angle. Mais, « la théorie des frères Bravais, dit-il, ne fait « nullement connaître la cause même de ces lois remar- « quables de la phyllotaxie; d'ailleurs une simple expres- « sion mathématique de la position des organes à l'état « adulte ne saurait aucunement conduire à la connais- « sance de cette cause. »

Aussi est-ce dans le mode de développement des jeunes feuilles et des axes qui les portent qu'il cherche cette cause et il pense la trouver dans les variations du rapport entre l'accroissement de la base des feuilles et celui de la périphérie du cône végétatif, c'est-à-dire dans l'accélération ou le ralentissement relatif de l'un ou de l'autre de ces deux accroissements.

Tout en reconnaissant pleinement, avec tout le monde, l'importance des observations et des conceptions auxquelles ces recherches ont conduit Hofmeister, il est impossible de ne pas être frappé de certaines lacunes et même de quelques erreurs de raisonnement dans sa manière de les présenter.

En ce qui concerne la cause première des lois qui relient entre eux les divers angles de divergences de

chaque série, la théorie de Hofmeister, malgré son apparence rationnelle, ne repose sur aucune démonstration rigoureuse.

On a vu qu'au lieu de rapporter, la position de chaque nouvelle protubérance à l'écartement angulaire des centres de formation des protubérances précédentes, il la rapporte à celle du point milieu de l'intervalle compris entre leurs bases. Or l'écartement angulaire des centres de formation de deux protubérances successives, demeure nécessairement constant pendant leur accroissement; tandis que, surtout pendant les premières phases de ce développement, la position sur la surface du cône du point milieu de l'intervalle compris entre les bases dépend de la plus ou moins grande portion de surface contribuant à l'élargissement de ces bases, lesquelles n'étant pas de même âge, ne s'élargissent pas simultanément de la même quantité.

Il résulte de là qu'en faisant dépendre la position de chaque protubérance de la position du point milieu de leur distance absolue, la théorie de Hofmeister fournit bien une cause de variabilité de la distance angulaire elle-même. Mais il ne s'ensuit pas que ces variations soient telles que les transitions aient nécessairement lieu de manière à reproduire les réduites successives d'une même fraction continue. Cette théorie ne fournit non plus aucune indication sur les causes capables de faire varier la rapidité de l'accroissement de la base des organes et le rapport entre cet accroissement et celui de l'axe.

Les idées de Hofmeister, modifiées sous quelques rapports, se trouvent reproduites dans le traité de botanique de Sachs[1]. Abandonnant, en effet, l'ancienne théorie de

[1] Sachs, *Lehrbuch der Botanik*. 4me édit., 1874, p. 190-206.

Schimper, cet auteur n'attache à la phyllotaxie qu'une importance secondaire. Il explique, par de nombreux exemples, comment la disposition des organes latéraux varie nécessairement dans chaque cas avec le mode d'accroissement des axes sur lesquels ils prennent naissance. Il montre en détail comment, chez les végétaux pourvus de cellules terminales, la disposition des feuilles dépend plus ou moins directement du mode de segmentation de ces cellules, ce qui n'a plus lieu chez ceux dont les axes se terminent par une masse de tissu cellulaire. Dans ce cas les causes immédiates qui déterminent le lieu de formation de chaque nouvelle feuille résident, soit dans la disposition relative de celles qui ont déjà pris naissance avant elle, soit dans les diverses circonstances de forme et de développement de la base de ces feuilles et de l'axe même qui les porte, soit enfin dans le degré d'inclinaison de cet axe par rapport à la verticale et dans ses rapports de dimensions et d'orientation relativement au rameau dont il dérive.

Par *causes immédiates* l'auteur entend simplement les circonstances et les phases d'évolution qui, dans chaque cas, précédent immédiatement l'apparition des nouveaux organes latéraux et non pas les forces agissant directement sur le mode de développement de ceux-ci. Et ces causes immédiates ainsi définies, ne sont même pas les antécédents nécessaires et indispensables de chaque disposition phyllotaxique. L'auteur montre, en effet, que des dispositions identiques ou presque identiques résultent souvent de causes ou de combinaisons de causes diverses, et vice versa. Aussi en arrive-t-il à conclure que « l'étude des rapports de position ne « peut, pour le moment, rien faire de plus que de déter- « miner dans chaque cas quelles sont les circonstances

« qui ont précédé ou qui accompagnent chaque mode « de disposition des organes et quelles sont les forces « qui, d'après leur direction, peuvent influer sur le lieu « de formation de ces organes, pour arriver ensuite « à des règles plus générales déduites de la comparai-« son des faits observés dans un suffisamment grand « nombre de cas particuliers. En ceci, de même que dans « toute autre recherche relative aux organismes, inter-« vient un facteur de grande importance et qui consiste « dans l'ensemble des propriétés caractérisant les grou-« pes, les classes, les ordres naturels. De ce qu'une « plante appartient à une classe en particulier parmi « celles des mousses, des fougères, des équisétacées, des « rhizocarpées ou des phanérogames résulte pour elle une « certaine somme de propriétés qui doivent être considé-« rées dans leur ensemble. Si l'on se place au point de « vue de la théorie de la *descendance*, la loi d'hérédité et « de l'adaptation des organes aux circonstances rend « compte de la difficulté, voire même de l'impossibilité, où « l'on se trouve pour expliquer tout fait morphologique « autrement qu'historiquement. Les formes organiques « ne sont pas le résultat de combinaisons déterminées de « forces et de substances, agissant toujours de la même « manière, ainsi que cela se passe lorsqu'un cristal se « dissout, puis se reforme de nouveau, mais elles résul-« tent de combinaisons à la fois héréditaires et variables « dont l'explication réside dans les faits antérieurs et « non dans les circonstances du moment présent. »

En résumé M. Sachs s'écarte principalement des auteurs qui l'ont précédé en ce qu'il n'admet pas qu'il soit possible de rattacher les divers modes de groupement des organes latéraux à des lois générales. Aussi se refuse-t-il

à attacher aucune importance à la considération des séries de Schimper [1].

Dans une notice publiée en 1865 et à laquelle il a déjà été fait allusion, nous avons cherché à fixer de nouveau l'attention des botanistes sur la notion de l'angle limite, autrefois suggérée par les frères Bravais.

La même manière de voir a été soutenue, plus récemment [2] par M. Wiesner dans le journal : *Flora.* Cet auteur montre que toutes les divergences irrationnelles peuvent être considérées comme sommes d'une fraction continue de la forme

$$\cfrac{1}{z + \cfrac{1}{1 + \cfrac{1}{1 + \text{etc.}}}}$$

z étant entier ou fractionnaire.

[1] On en jugera par la citation suivante qui achèvera de mettre en lumière la manière de voir de l'auteur du *Traité.*

« S'il était réellement possible de relier de cette manière par une seule et unique fraction continue toutes les dispositions des feuilles sans aucune exception, ce serait en effet une espèce de loi de la nature qui, ne se rattachant il est vrai à aucune cause, demeurerait comme un impénétrable mystère. Il est fâcheux seulement qu'il n'en soit pas ainsi ; il y a beaucoup de disposition de feuilles qui ne se rangent pas dans cette fraction continue. Alors pour ne pas renoncer à la méthode on construit de nouvelles fractions continues..... (p. 205) »

« Comme en outre cette méthode ne présente de rapports réels, ni avec l'histoire du développement, ni avec la classification des plantes, ni avec la mécanique de l'accroissement, malgré les innombrables observations qui ont été faites, il m'est absolument impossible de concevoir de quelle valeur elle peut être pour approfondir l'étude des lois de position. Même comme moyen mnémonique, elle me paraît non pas seulement inutile, mais nuisible, en ce que son emploi détourne l'attention des phénomènes réellement importants (p. 206). »

[2] *Flora*, 1874, n°s 8 et 9.

Dans la nature les angles répondent le plus souvent à la fraction continue pour laquelle $z = 2$ et M. Wiesner fait remarquer que cette valeur minimum a pour avantage qu'*une répartition des feuilles aussi égale que possible, en divers sens autour de l'axe, est ainsi obtenue avec le plus petit nombre de feuilles.*

Un botaniste anglais, M. Henslow, s'est aussi occupé de la recherche des causes probables de la disposition symétrique des feuilles.

Son premier mémoire date de 1868 et se rapporte plus spécialement à l'*Helianthus tuberosus*. On observe chez cette espèce des angles de divergence fort différents, appartenant même à des séries distinctes. En outre les feuilles y sont aussi parfois décussées ou groupées en verticilles ternaires.

M. Henslow émet plusieurs idées ingénieuses relativement à la constitution des cycles dans les diverses séries ainsi qu'aux rapports algébriques qui relient celles-ci entre elles. Il fait remarquer en particulier que, dans les cycles correspondants à la série ordinaire, chaque anneau de la spire génératrice renferme trois insertions, tandis qu'il en contient quatre, cinq, etc., dans les cycles relatifs aux autres séries. L'examen approfondi des diverses dispositions qu'affectent les feuilles chez l'Helianthus, et de la manière dont ces dispositions passent de l'une à l'autre sur une même tige, amènent l'auteur à traiter la question de l'origine des cycles divers observés dans la nature. Il est conduit à les faire tous dériver de l'arrangement verticillaire graduellement modifié, soit par un surcroît d'allongement des entre-nœuds qui aurait pour effet de disloquer les verticilles, soit par de légers déplacements latéraux des insertions, soit enfin dans certains

cas par une production des feuilles surnuméraires. Cette théorie se trouve reproduite et complétée dans un second mémoire du même auteur, publié en 1875[2].

M. H. Airy[1] cherchant également à se rendre compte de l'origine des faits actuels de la phyllotaxie est conduit à une hypothèse différente de celle que nous venons de résumer. De même que les frères Bravais, il envisage les fractions de divergence de chaque série comme représentant des degrés divers dans la plus ou moins grande condensation des feuilles. Il estime que ces organes ont dû être primitivement disposés sur deux ou un plus grand nombre de rangées longitudinales. Ces rangées plus tard déviées latéralement, puis condensées sur elles-mêmes par suite d'une diminution de l'accroissement des rameaux auraient, suivant lui, donné lieu aux divers arrangements spiraux tels qu'ils s'observent aujourd'hui. Quant à la cause en vertu de laquelle cette condensation aurait été graduellement augmentée, elle résiderait dans le fait de l'économie d'espace qu'elle réalise et qui acquiert une importance particulière dans la vie des bourgeons. M. Airy, en effet, fait observer que « ce « qui distingue les axes raccourcis des axes allongés, c'est « que les feuilles qu'ils portent sont en contact immédiat « les unes avec les autres. Toute la surface du bourgeon « est ainsi recouverte par leurs bases qui ne laissent pas « d'interstices vacants entre elles. Il est évident que le fait « de l'accroissement des cellules doit ainsi avoir pour « conséquence une pression mutuelle considérable entre

[1] On the origin of the prevailing Systems of Phyllotaxis. *Transactions of the Linnean Society*, ser. 2, vol. I.

[2] *Proceedings of the Royal Society*, t. 22, 1874, p. 297-307.

« les feuilles et les pousses voisines. Admettant ce fait « d'une pression mutuelle, nous voyons que sur les axes « raccourcis le mode de disposition des feuilles est utile « en ce qu'il leur assure un égal développement et pro- « cure par conséquent une économie d'espace. Il semble « que l'économie d'espace est spécialement désirable dans « le sens longitudinal, afin de protéger les organes contre « les intempéries et les attaques de leurs ennemis. Dans « un bourgeon, par exemple, il est évidemment impor- « tant que le plus grand nombre de feuilles possible attei- « gne le plus complet développement compatible avec « leur position, afin qu'au début du printemps elles puis- « sent entrer en fonction sans retard ; mais d'un autre côté « la pousse rudimentaire doit être aussi courte que pos- « sible afin de rester à l'abri des écailles protectrices « pendant le temps qu'elle passe à l'état de bourgeon. « Ces conditions seront satisfaites par une condensa- « tion longitudinale telle que celle qui doit résulter de la « pression mutuelle des feuilles et des pousses dans le « bourgeon. »

L'auteur montre ensuite comment cette condensation peut faire successivement passer les organes par les divers modes de dispositions représentés par les fractions de divergence d'une même série. Dans ce but il imagine que l'on représente les organes par des sphères superposées et numérotées de bas en haut.

« Dans la série principale, dit-il, le terme le plus bas, « soit la fraction $^1/_2$, est réprésentée par deux rangées « verticales dans chacune desquelles les sphères se tou- « chent mutuellement. Tant que ces deux rangées restent « verticales, il ne peut se produire aucune condensation. « Le premier pas vers une plus grande condensation

« doit donc consister en une déviation spontanée de ces « rangées, de sorte qu'elles cessent d'être verticales. Le « second facteur nécessaire doit être l'action d'une force « de compression verticale telle que celle qui résulterait « d'un arrêt de développement de l'axe, accompagné « d'une diminution moindre ou même nulle dans l'ac- « croissement des feuilles. Cet arrêt de développement de « l'axe pourrait résulter directement de l'action du froid « ou bien en provenir indirectement par effet de sélection « en ce qu'il permet à la plante de mieux supporter les « intempéries. »

Les auteurs dont nous avons jusqu'ici analysé les travaux peuvent se grouper en trois catégories. Les plus anciens depuis Bonnet jusqu'à Naumann ont fait connaître les lois générales de la phyllotaxie et les ont exprimées au moyen de formules mathématiques. Hofmeister s'est surtout préoccupé de rattacher ces lois aux conditions anatomiques qui accompagnent la formation des organes. Enfin, les idées modernes relatives à l'évolution ont porté d'autres auteurs tels que MM. Henslow, Airy et Chauncey Wright [1] à rechercher la manière dont les diverses dispositions qui prédominent chez les végétaux actuels ont dû prendre naissance dans la suite des temps.

Il y a quelques années, M. Schwendner a repris l'étude de la phyllotaxie en l'envisageant à un point de vue qui, s'il n'est pas absolument nouveau historiquement, l'est du moins par le développement considérable qu'il lui a donné [2]. Cet auteur fait dériver les lois de la phyllotaxie

[1] *On the uses and origin of arrangements of leaves in Plants.* Ce mémoire, communiqué en 1871, a paru en 1873 dans les *Memoirs of the American Academy*, vol. 9, part. 2. Nous y reviendrons plus loin.

[2] Dans : *Verhandlungen der Naturf. Gesellsch. in Basel*, 1865, et *Mechanische Theorie der Blattstellungen.* Leipzig, 1878.

d'une cause mécanique directe résidant, suivant lui, dans les pressions qui résultent de l'accroissement des axes et de leurs pousses latérales. On a vu qu'une idée analogue avait déjà été émise par M. Airy. Mais ce dernier était loin de faire jouer à la pression le rôle prépondérant et direct que lui assigne la théorie nouvelle.

M. Schwendner fait d'abord remarquer que la disposition primitive des organes dépend du rapport existant entre l'étendue de la surface sur laquelle ils se forment et la portion de cette surface occupée par chacun de ces organes qui se touchent mutuellement par leurs bases. Quant aux changements qui ont lieu plus tard dans cette disposition primitive, ils résulteraient uniquement des pressions que les pousses latérales exerceraient les unes sur les autres par suite de l'inégal accroissement en largeur et en longueur de l'axe qui les porte ou de ces pousses elles-mêmes. Il s'exprime à ce sujet de la manière suivante :

« Il est évident pour tout le monde [1] qu'il doit se pro- « duire des déplacements (Verschiebungen) pendant le « cours du développement d'un axe et de ses pousses laté- « rales. Comme en effet l'accroissement en longueur et « l'accroissement en épaisseur sont deux processus indé- « pendants l'un de l'autre, dont tantôt l'un tantôt l'autre « prédomine, on peut prévoir que l'extension des organes « latéraux doit constamment éprouver des résistances iné- « gales dans le sens longitudinal et dans le sens transversal « de l'organe-mère ; lesquelles résistances sont plus fortes « dans la direction de moindre intensité et plus faibles dans « la direction de plus grande intensité de l'accroissement

[1] *Mechanische Theorie der Blattstellungen*, p..11

« de cet organe. Supposons par exemple qu'il s'accroisse « uniquement en épaisseur pendant que les pousses laté- « rales s'accroissent en tous sens en conservant leur forme « de section ; dans ce cas il est évident que les resistances « atteindront leur maximum dans le sens longitudinal et « leur minimum dans le sens transversal ; les déplacements « qui ont alors lieu sont nécessairement les mêmes que « ceux que produirait une pression agissant parallèlement « à l'axe. C'est ce qui se passe toutes les fois que l'accrois- « sement de la tige en épaisseur venant à prédominer, « l'extension des organes latéraux a le champ plus libre « dans le sens transversal que dans le sens longitudinal. « Là au contraire où c'est l'allongement qui prédomine, la « pression longitudinale se trouve remplacée par une trac- « tion longitudinale ; le problème reste, au fond, le même, « seulement les composantes changent de signes. »

L'organogénie apprend que les organes latéraux (feuilles ou autres) apparaissent tout d'abord sous forme de petites protubérances dont les bases sont en contact immédiat par leurs bords. Les protubérances les plus récentes se superposent au-dessus de celles qui les ont précédées, à la manière de boulets empilés. Il en résulte que dès leur jeune âge, les organes latéraux se groupent comme les pièces d'une mozaïque fermée sur laquelle ils dessinent des lignes spirales plus ou moins inclinées par rapport à l'axe du cône terminal. C'est suivant ces lignes de contact que se font sentir les pressions ou tractions qui, d'après M. Schwendner, résultent des inégalités d'accroissement en longueur et en largeur, soit du cône terminal soit des organes eux-mêmes et qui ont pour conséquence les déplacements des organes les uns par rapport aux autres. Leurs points de contact changent et les rangées

sur lesquelles ils paraissent disposés ne demeurent pas constamment les mêmes. L'auteur rend compte de ces effets mécaniques en les comparant à ceux que l'on peut réaliser avec des billes ou des chèques circulaires superposés à l'intérieur d'un cadre à charnières en forme de triangle sur le sommet duquel on exerce une pression ou une traction. Il ne s'en tient pas d'ailleurs à cette simple comparaison et c'est par un calcul rigoureux qu'il montre comment les pressions ou tractions dont il suppose l'existence doivent nécessairement produire dans la disposition apparente des organes latéraux les diverses modifications observées dans la nature.

Si les déductions mathématiques de M. Schwendner sont, nous semble-t-il, à l'abri de tout reproche, en revanche nous ne voyons pas qu'il ait fourni aucune preuve directe de l'existence des pressions mutuelles des organes, hypothèse sur laquelle repose toute sa théorie. Nous montrerons plus loin que les variations de la disposition apparente des organes latéraux peuvent facilement s'expliquer sans faire aucunement intervenir des actions mécaniques et en ayant simplement égard au rapport de dimension entre la longueur et l'épaisseur de l'axe ainsi qu'aux variations que ce rapport peut éprouver pendant le développement des organes. C'est du reste à des considérations de cet ordre qu'a simplement recours M. Schwendner lorsqu'il envisage non plus les changements de disposition d'une même série d'organes, mais la manière dont se succèdent sur un même axe les diverses dispositions d'organes de nature différente. Les idées émises par l'auteur dans cette seconde partie de son travail se rapprochent beaucoup des considérations purement géométriques auxquelles on a générale-

ment recours en phyllotaxie. Mais elles y sont utilisées avec une précision qui n'avait pas encore été atteinte et appliquées à l'étude détaillée d'un très grand nombre de faits.

Pour compléter cet aperçu historique, nous mentionnerons encore un travail tout récent dû à M. Delpino [1]. Il s'agit d'une courte notice dans laquelle l'auteur énonce plusieurs propositions qui seront développées dans un prochain mémoire plus étendu. D'après M. Delpino, les lois de la phyllotaxie procéderaient d'une cause unique d'ordre mécanique. Mais, par sa manière de concevoir la nature morphologique des feuilles qu'il n'envisage plus comme des organes appendiculaires, on peut prévoir que sa théorie mécanique différera essentiellement de celle de M. Schwendner.

[1] *Causa Meccanica della filiotassi quimunciale*, Nota preliminare. Gênes, fév. 1880.

(A suivre.)

BULLETIN SCIENTIFIQUE

ANATOMIE

Dr Lorenzo Tenchini et Cesare Staurenghi. Contribuzione alla anatomia del cervelletto umano, etc.... Contribution a l'anatomie du cervelet et de l'appareil ventriculaire de la voute a quatre piliers chez l'homme. (*Bollettino scientifico*, Pavie, n° 3, décembre 1880.)

Cette publication, qui n'est qu'une note préliminaire[1], commence par une étude très soignée des *valvules de Tarin*, sur lesquelles on n'avait jusqu'à présent que bien peu d'observations, pour la plupart inexactes et contradictoires. MM. Tenchini et Staurenghi ont refait à nouveau l'étude de ces valvules sur 300 cervelets humains, provenant d'individus des deux sexes et d'âge varié, de la période fœtale à la décrépitude.

Leurs patientes recherches ont amené la découverte de faits importants pour la science. En effet, nos auteurs établissent d'une manière exacte que *les valvules de Tarin existent toujours chez l'homme, dans les deux sexes et à tous les âges de la vie autonome.* Ces valvules sont à peine visibles chez le fœtus de trois mois, sous forme de deux lamelles cérébellaires limitant une petite poche; elles sont déjà bien accentuées chez le fœtus de quatre mois, et complètement formées chez celui de six mois. Les mêmes valvules sont toujours plus développées chez l'homme que chez la femme; dans les deux sexes, la valvule gauche est presque toujours

[1] Le mémoire *in extenso*, accompagné de près de 40 planches, est en cours de publication. Le *R. Istituto Lombardo* a accordé une subvention de 1000 fr. pour les frais d'impression.

plus large que la valvule droite, qui est par contre toujours plus haute.

Les anomalies des valvules de Tarin, telles que disproportion entre les deux valvules, — intercalation ou non dans leur *contextus* normal, de petites zones isolées de substance grise, — présence de deux points d'insertion sur les parties extérieures des valvules, etc., sont assez rares.

Les valvules de Tarin manquent chez tous les autres vertébrés, même chez les animaux domestiques, sur lesquels Chaveau croyait cependant les avoir découvertes.

Ces valvules sont essentiellement formées de fibres nerveuses transversales et longitudinales, entremêlées de cellules cérébelleuses.

Une seconde partie du travail a trait au *lobe médian du cervelet et plus spécialement au vermis supérieur*. Les recherches ont aussi été poursuivies chez plusieurs mammifères et oiseaux. On sait que chez les vertébrés, l'homme excepté, l'extrémité antérieure du vermis supérieur se replie fortement vers le bas, comprimant la valvule de Vieussens, et en s'approchant plus ou moins de l'extrémité antérieure du vermis inférieur ou même en l'atteignant. Chez l'homme, par contre, l'extrémité antérieure du vermis supérieur se termine immédiatement derrière les tubercules quadrijumaux et au-dessus de la même valvule. Tenchini et Staurenghi nomment la portion infléchie du vermis supérieur, *inflexion du vermis supérieur* (*riflessione del verme superiore*).

Les mesures faites sur 44 espèces de vertébrés appartenant à 39 genres et 28 familles, montrent que le degré d'inflexion ou le rapport entre la longueur du vermis inférieur et la longueur de l'inflexion varie, suivant les groupes zoologiques, de manière à être *inversement proportionnel au degré de développement de l'intelligence*.

Des observations spéciales pour l'homme montrent que le *vermis inférieur est plus large, mais plus court chez la femme que chez l'homme*. De même les mesures des hémisphères du cervelet, sur un diamètre oblique, de l'angle postéro-interne à l'angle antéro-externe, indiquent de plus grandes dimensions chez l'homme. Or, on sait que la largeur du lobe mé-

dian du cervelet augmente, tandis que la largeur des hémisphères diminue graduellement à mesure que l'on descend dans la série zoologique; les faits énoncés déposeraient donc en faveur d'*une organisation inférieure de la femme, en comparaison de l'homme.*

Les mesures du poids du cervelet confirment le fait déjà connu, d'un poids plus grand chez l'homme que chez la femme.

La troisième partie du mémoire se rapporte à la découverte faite par MM. Tenchini et Staurenghi d'un *nouveau tubercule pair de la voûte du quatrième ventricule*, au-dessus des valvules de Tarin, et sur les côtés de cette voûte même: ces tubercules, ayant la forme d'une petite éminence ovale, dirigée obliquement en arrière et de l'extérieur à l'intérieur, ressemblent tout à fait à l'olive cérébelleuse.

Les deux tubercules existent toujours chez l'homme, quoique plus ou moins développés suivant les individus et l'âge; ils sont plus arrondis et plus accusés chez le petit enfant que chez l'adulte, mais ne présentent aucune variation par rapport au sexe.

Le caractère le plus marquant de la structure des nouveaux tubercules est la disposition de la substance grise intérieure en une sorte de lame courbée et plissée en éventail fermé. Cette lame est un prolongement du noyau dentelé (*nucleo dentato*). On distingue dans chaque tubercule 5 couches : l'inférieure, à cellules cylindriques de l'épendyme; la supérieure et la médiane, à cellules nerveuses, et les deux couches intercalaires, à fibres nerveuses.

Les tubercules manquent dans tous les autres vertébrés examinés.

La quatrième et dernière partie du mémoire concerne l'appareil ventriculaire de la voûte à quatre piliers. Nos auteurs ayant observé chez l'homme, sur un sujet âgé de 59 ans, la cavité déjà découverte par *Verga*, et que partant il faudrait appeler *ventricule de Verga*, ont été engagés à poursuivre leurs recherches soit chez l'homme, soit chez d'autres vertébrés. Les résultats confirment les conclusions déjà formulées par Verga en 1855, et, de plus, établissent le fait que le

ventricule de la voûte est normal dans le cerveau du fœtus et du nouveau-né, mais il s'efface ordinairement dans les premiers jours de la vie autonome. Cependant, par une rare exception, il peut persister chez l'adulte, ce qui semble en relation avec un fait d'arrêt de développement.

La cavité ventriculaire de la voûte manque chez tous les vertébrés examinés, même chez le singe.

Les auteurs font remarquer que la cavité n'est nullement produite par une hydropisie, une anémie ou une atrophie cérébrale, comme on pourrait le supposer au premier abord; elle-même est en effet revêtue sur la surface libre, par la couche épithéliale de cellules cylindriques ciliées, propre aux autres ventricules de l'encéphale.

Il n'est pas besoin d'insister sur l'importance de ces recherches. Il en ressort en effet un fait général qui affecte le caractère d'une véritable loi zoologique, à savoir que le degré d'inflexion du vermis supérieur est, chez les différents vertébrés, en raison inverse du développement de l'intelligence.

De plus, le groupe zoologique « homme » gagne trois bons caractères de première importance, car ils sont en rapport avec le système nerveux, savoir : la présence exclusive des valvules de Tarin, celle d'un nouveau tubercule de la voûte à quatre piliers, et celle du ventricule de Verga. Ces faits s'ajoutent à tant d'autres pour prouver que, si les singes anthropomorphes sont, sans contredit, les vertébrés les plus voisins de l'homme, cependant la distance entre ce dernier et le singe est encore bien grande, équivalente à celle qui sépare des groupes tout à fait supérieurs. Silvio Calloni.

ZOOLOGIE ET PALÉONTOLOGIE

Sam.-H. Scudder. The Devonian Insects of New Brunswick. Les Insectes dévoniens du Nouveau-Brunswick. (*Anniversary Memoirs of the Boston Society of Natural History*, 4°, avec 1 pl. Boston, 1880.)

Les insectes décrits dans ce mémoire sont au nombre de six seulement et ne sont représentés que par des ailes plus

ou moins complètes, mais ils offrent un haut intérêt comme étant les animaux les plus anciens que l'on connaisse de ce groupe. Une note de M. Dawson, insérée à la fin du mémoire de M. Scudder, nous renseigne sur le niveau auquel ils appartiennent et sur les débris organiques auxquels ils se trouvent associés Ils rentrent dans le Dévonien moyen. Plus de cinquante espèces de plantes ont été trouvées dans les mêmes couches; en fait de Crustacés, on y a rencontré l'*Eurypterus pulicaris*, l'*Amphipeltis paradoxus* et le pygidium d'une petite trilobite. Outre cela, il s'y trouve seulement le *Spirorbis erianus* et une petite coquille terrestre. Le dépôt paraît s'être formé dans un estuaire plutôt que dans la mer.

Les six espèces d'insectes sont décrites sous les noms suivants : *Platephemera antiqua*. *Gerephemera simplex*, *Homosthetus fossilis*, *Dyscritus vetustus*, *Lithentomum Harttii*, *Xenoneura antiquorum*.

Ne pouvant nous étendre sur chacun de ces types génériques qui sont décrits par M. Scudder avec beaucoup de détails, nous nous contenterons d'indiquer les points les plus saillants du résumé qui termine le mémoire.

Ces insectes confirment les conclusions auxquelles l'auteur était déjà arrivé précédemment et suivant lesquelles *le type général de la structure des ailes est resté le même depuis les temps les plus anciens.* La diversité de structure est beaucoup plus grande chez les insectes dévoniens qu'on n'aurait pu s'y attendre; néanmoins tous les caractères de nervation peuvent s'accorder avec le système de nervation établi par Heer.

Les Hexapodes sembleraient avoir précédé les Arachnides et les Myriapodes; mais cette conclusion semble peu probable et l'on doit supposer que les archives de la paléontologie présentent ici des lacunes.

Ces insectes dévoniens rentraient dans l'ordre des Névroptères compris dans son sens le plus large, ou du moins ils s'en rapprochaient beaucoup. On peut dire que par leurs caractères ils se répartissent à peu près également entre les Névroptères et les Pseudonévroptères.

Leur organisation est souvent plus compliquée que celle de

la plupart des Paleodictyoptera. On ne constate pas chez eux de rapports spéciaux avec les formes du carbonifère, et ils présentent un faciès particulier.

Les insectes dévoniens étaient de grande taille, possédaient des ailes membraneuses et étaient probablement aquatiques pendant les premiers temps de leur vie.

Quelques-uns d'entre eux sont évidemment des précurseurs des formes actuelles, tandis que d'autres semblent n'avoir pas laissé de traces. Ils montrent une variété remarquable de structure indiquant que les insectes devaient être abondamment représentés à cette époque.

Sauf la *Platephemera antiqua*, aucun d'eux ne peut rentrer dans une famille déjà connue d'insectes vivants ou fossiles. Il en est qui paraissent offrir un plus grand degré de complication que leurs plus proches alliés de la nature actuelle, de telle sorte que nous ne semblons pas être plus près de l'origine des choses dans le dévonien que dans le carbonifère.

Enfin, tandis que quelques formes appuient jusqu'à un certain point les présomptions basées sur l'hypothèse de l'évolution dans le développement structural, il y en a tout autant qui étaient complètement inattendues et que l'on ne peut pas expliquer par cette théorie sans être entraîné à des suppositions en faveur desquelles il n'y a jusqu'à présent aucun fait à avancer. En d'autres termes, ces insectes appartiennent à un groupe inférieur, mais ils sont loin de présenter des caractères de simplicité relativement aux insectes de ce même groupe qui leur ont succédé, et si la paléontologie doit nous révéler un jour des formes primitives d'insectes, elles proviendront de couches beaucoup plus anciennes que le dévonien.

Les débris que M. Scudder a étudiés avec un soin scrupuleux et dont il a discuté les affinités avec beaucoup de talent, sont trop peu nombreux pour qu'on puisse en tirer des conclusions négatives sur la faune entomologique de l'époque dévonienne; mais les conclusions positives qu'en déduit l'auteur quant à l'état de complexité des insectes de cet âge nous semblent dignes d'attirer l'attention des paléontologistes.

A. H.

R.-P. WHITFIELD. NOTICE OF A NEW GENUS..... NOTICE SUR UN NOUVEAU GENRE ET UNE NOUVELLE ESPÈCE DE MOLLUSQUES PULMONÉS DU CARBONIFÈRE DE L'OHIO, ET OBSERVATIONS SUR LA DAWSONELLA. (*American Journal of Science*, vol. XXI, n° 122, février 1881.)

Nous avons donné dans le dernier numéro des *Archives*[1] une analyse de la Révision des mollusques terrestres de l'époque paléozoïque due à M. Dawson; il nous paraît convenable, vu la rareté de ces coquilles dans les terrains anciens et l'intérêt qu'elles présentent, de dire quelques mots des observations de M. Whitfield.

La nouvelle forme décrite par ce paléontologiste ressemble beaucoup aux *Vertigo* de la faune actuelle; elle s'en distingue toutefois par la présence d'une échancrure presque circulaire du péristome, près de l'extrémité supérieure du bord externe; ce caractère la rapproche des genres *Pupina* ou *Anaulus*, car on ne le rencontre pas, du moins aussi marqué, chez les Pulmonés inoperculés. Le dernier tour est en outre contracté ou aplati en arrière, comme chez les Pupina. Le péristome est épaissi. On constate l'existence de dents palatales et labiales, que M. Whitfield considère comme prouvant que l'animal n'avait pas d'opercule. Cette conclusion ne nous semble pas tout à fait justifiée, puisque l'on rencontre une disposition semblable chez les *Lucidella*, sous-genre très voisin des Pupina.

L'auteur désigne ce nouveau type sous le nom d'*Anthracopupa Ohioensis*. Elle provient des couches carbonifères supérieures de l'Ohio.

Des observations faites sur de bons échantillons de *Dawsonella Meeki* lui ont montré que cette coquille offre un épaississement parcourant le bord de l'ouverture en dedans, et s'étalant en un calus sur l'ombilic, qu'il cache presque entièrement. La ressemblance qui existe entre cette disposition et celle que l'on voit chez les Helicina lui fait admettre que le genre fossile était operculé. A. H.

[1] Voyez plus haut, p. 191.

MUSY. STATISTIQUE SUR LA DISTRIBUTION DES POISSONS DANS LES LACS ET LES COURS D'EAU DU CANTON DE FRIBOURG. (*Bulletin de la Société fribourgeoise des sciences naturelles.* Première année. Compte rendu, 1879-80, 8°. Fribourg, 1880.)

Les recherches de M. Musy ont porté sur une région qui a des eaux assez variées ; ce sont, en fait de lacs, ceux de Neuchâtel, de Morat, de Seedorf et d'Omène ou Lac-Noir ; en fait de rivières, la Sarine, la Glâne, la Broye et ses affluents, la Veveyse.

L'auteur énumère 32 espèces. Il est à regretter que la classification moderne n'ait pas été adoptée et que certains noms spécifiques anciens ne soient pas accompagnés d'une synonymie qui fixe la détermination d'une manière précise. Nous avons de la peine à croire que le *Cobitis tænia* se trouve dans la Sarine, habitat indiqué avec un point de doute. Si un poisson de ce genre habite les eaux du canton de Fribourg, c'est plus probablement le *C. barbatula.*

M. Musy donne quelques détails intéressants sur la distribution du *Silurus glanis* et sur le poids qu'atteint ce poisson. On le pêche dans le lac de Morat, dans le canal de la Broye, à son embouchure, et très rarement dans le lac de Neuchâtel. On en prend chaque année un ou deux dans le lac de Morat ; ils atteignent le poids de 30 à 40 kilogrammes. Un exemplaire conservé dans le Musée de Fribourg pesait 43 kilogr.

Dans un appendice, M. Musy décrit et figure l'échelle à Poissons du barrage de la Maigrauge, près Fribourg. Ce barrage, établi dans un but industriel, a créé sur la Sarine une chute d'environ 10 mètres, qui devait être un obstacle infranchissable pour les poissons migrateurs. Le gouvernement fribourgeois a fait établir dans le rocher, à côté de la chute du grand déversoir, une série de gradins formant un lacet qui vient déboucher dans l'eau profonde à côté de la cascade. Cette échelle est formée de 14 marches, variant de $0^{m},61$ à $0^{m},71$ d'élévation sur 3 à 5^{m} de longueur. Elle fonctionne d'une manière satisfaisante, du moins, pour certaines espèces de poissons ; on a constaté qu'elle avait été utilisée par des Barbeaux de forte taille et par des Saumons.

Il n'est pas douteux que les Truites, les Ombres et les Anguilles ne puissent la remonter.

Malgré quelques imperfections, le travail de M. Musy sera certainement utile, et nous espérons que l'auteur le reprendra lui-même en sous-œuvre pour le compléter et l'améliorer. A. H.

BOTANIQUE.

Kanitz. Magyar növenytanilapok.

Nous voyons commencer en 1881 le quatrième volume du journal mensuel de botanique en langue magyare, soit hongroise, publié par M. Auguste Kanitz, professeur à l'Université de Kolosvart ou Klausenbourg. C'est un événement dans l'histoire de la Hongrie et un indice de la diffusion croissante des études spéciales en Europe. Sans doute, le but principal de la publication est de faire connaître aux Hongrois les découvertes botaniques faites hors de leur pays, mais nous remarquons çà et là des articles, en latin ou en français, qui sont à la portée des botanistes étrangers et qui contribueront au progrès général de la science. Ce sont, par exemple, une lettre de Dodoens à de L'Écluse (vol. II, p. 33), un résumé du genre Gladiolus, par M. Janka (vol. III, p. 129), un article de M. Tömösvary, Bacilliarieæ in Dacia observatæ (ib., p. 145), et surtout deux flores abrégées en latin, données sous forme d'annexes. L'une est le Catalogus Cormophytorum et Antophytorum Serbiæ, Bosniæ, Herzegovinæ, montis Scodri, Albaniæ, par MM. P. Ascherson et A. Kanitz, 108 pages, 1877, contenant la distribution des espèces dans chacune des provinces indiquées; l'autre, un Catalogue des plantes de la Roumanie, 188 pages, par M. Kanitz. Ces deux ouvrages rentrent dans la catégorie des statistiques végétales que M. Watson désigne sous le nom de Cybele, et dont lui-même et Fries ont donné d'excellents modèles.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

M. le prof. E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS DE FÉVRIER 1881.

Le 1er, brouillard tout le jour; pluie dans la nuit et depuis midi.
2, brouillard tout le jour.
3, id.
4, id.
5, léger brouillard le matin; à 10 h., hâlo solaire; fort vent du SO. le soir.
7, hâlo lunaire dans soirée.
8, pluie et fort vent du SO.
10, à 1 h. après midi faible hâlo solaire; très fort vent du SSO. dans la soirée.
11, violents coups de vents du SSO. dans la nuit; à 4 h. $^3/_4$ du matin, éclairs à l'Est. A 11 matin, fort vent du SSO. avec pluie et grésil; un peu plus tard, dans l'après-midi, quelques flocons de neige, et à 10 h. $^1/_2$ du soir tonnerres à l'Ouest.
12, il est tombé dans la nuit une légère couche de neige qui a blanchi le sol; il en est tombé aussi dans la matinée, mais elle avait déjà disparu le soir.
13, forte bise dans la matinée; le soir, à 10 h., hâlo lunaire.
15, gelée blanche le matin; léger brouillard dans la matinée.
16, gelée blanche le matin; brouillard depuis midi.
17, pluie et brouillard le matin.
18, id.
19, gelée blanche et faible brouillard le matin et le soir.
20, brouillard le matin et le soir.
21, id.
22, brouillard le matin.
24, forte gelée blanche le matin.
25, gelée blanche le matin.
26, gelée blanche le matin.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
Le 2 à 10 h. soir	728,03	Le 5 à 4 h. après midi	716,55
7 à 10 h. matin	728,92	11 à 8 h. soir	710,80
13 à 8 h. matin	727,72	14 à 6 h. soir	723,96
21 à 10 h. matin	730,66	28 à 6 h. soir	715,15

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale	Température C. Moyenne des 24 heures	Température C. Écart avec la temp. normale	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Tension de la vap. Moy. des 24 h.	Tension de la vap. Écart avec la tension normale.	Fract. de saturation en millièmes Moy. des 24 h.	Fract. de saturation Écart avec la fraction norm.	Fract. de saturation Minim.	Fract. de saturation Maxim.	Pluie ou neige Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige Nomb. d'h.	Vent dominant.	Nébulosité moyenne	Temp. du Rhône Midi.	Temp. du Rhône Écart avec la temp. normale.	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	o	o	o	o	millim.	millim.					mm.				o	o	cm
1	720,70	— 6,75	+ 3,12	+ 2,67	+ 1,9	+ 4,8	5,74	+1,52	973	+128	910	1000	7,2	14	variable	0,97	5,5	+ 0,7	97,5
2	726,81	— 0,60	+ 2,88	+ 2,37	+ 1,3	+ 4,6	5,41	+1,18	940	+ 97	870	1000	...	...	variable	1,00	5,4	+ 0,6	98,7
3	726,66	— 0,70	+ 1,35	+ 0,77	+ 1,0	+ 2,9	4,58	+0,34	908	+ 66	840	920	...	...	variable	1,00	5,4	+ 0,6	99,4
4	721,81	— 5,50	+ 0,74	+ 0,09	— 0,3	+ 2,7	4,60	+0,35	940	+100	870	970	...	...	variable	1,00	5,3	+ 0,5	99,0
5	718 59	— 8,67	+ 4,44	+ 3,72	0,0	+ 8,2	5,60	+1,34	870	+ 31	690	930	...	...	variable	0,97	5,4	+ 0,6	100,9
6	721,96	— 5,25	+ 2,97	+ 2,17	+ 1,0	+ 7,1	3,66	—0,61	691	—146	480	830	0,5	5	SSO. 1	0,90	...	.....	101,0
7	728,50	+ 1,34	+ 1,84	+ 0,97	— 1,0	+ 4,2	3,30	—0,98	677	—158	510	860	...	...	NNE. 1	0,33	5,5	+ 0,7	103,2
8	722,57	— 4,54	+ 5,31	+ 4,36	— 0,8	+10,9	5,16	+0,87	773	— 61	580	950	...	...	SSO. 2	0,87	5,5	+ 0,6	101,5
9	723,12	— 3,93	+ 4,56	+ 3,53	+ 1,7	+ 7,0	4,72	+0,43	761	— 71	530	900	15,6	17	SSO. 1	0,99	5,4	+ 0,5	103,2
10	720,02	— 6,98	+ 8,21	+ 7,10	+ 2,5	+12,9	5,94	+1,64	741	— 89	480	930	4,0	6	SSO. 2	0,98	5,6	+ 0,7	103,8
11	712,22	—14,72	+ 3,74	+ 2,54	+ 2,3	+10,0	4,65	+0,34	793	— 35	620	870	...	...	SSO. 3	0,99	5,5	+ 0,6	104,0
12	722 78	— 4,10	— 0,96	— 2,24	— 2,6	+ 4,4	3,58	—0,74	846	+ 20	670	950	11,5	10	variable	0,84	5,2	+ 0,3	107,7
13	727,17	+ 0,35	— 1,69	— 3,06	— 4,3	+ 0,6	3,14	—1,19	777	— 47	670	870	1,9	5	NNE. 1	0,13	...	.....	107,0
14	725,09	— 1,67	— 2,58	— 4,04	— 6,2	+ 0,8	3,24	—1,09	845	+ 23	710	920	...	...	N. 1	0,28	5,1	+ 0,1	104,3
15	724,43	— 2,27	— 1,43	— 2,98	— 5,8	+ 2,1	3,64	—0,70	867	+ 47	710	1000	...	...	variable	0,67	4,9	— 0,1	106,7
16	725,88	— 0,76	+ 0,67	— 0,97	— 3,3	+ 4,1	4,10	—0,25	845	+ 27	670	980	...	...	variable	0,77	4,8	— 0,2	105,6
17	726,39	— 0,19	+ 3,55	+ 1,81	+ 0,3	+ 7,0	5,12	+0,76	864	+ 48	650	970	...	...	variable	0,90	5,0	0,0	106,5
18	727,26	+ 0,74	+ 4,06	+ 2,23	— 0,4	+ 7,6	5,30	+0 93	858	+ 44	620	980	2,8	6	variable	0,90	5,4	+ 0,3	106,2
19	728,26	+ 1,80	+ 4,00	+ 2,07	— 0,5	+ 8,9	5,27	+0,89	854	+ 42	630	1000	...	...	variable	0,70	5,5	+ 0,4	105,9
20	728,93	+ 2,54	+ 5,85	+ 3,82	+ 3,7	+ 8,6	5,50	+1,12	801	— 9	620	930	0,3	2	variable	0,90	...	.....	107,0
21	730,09	+ 3,76	+ 6,10	+ 3,97	+ 2,7	+11,3	6,08	+1,69	860	+ 53	680	970	...	...	N. 1	0,78	5,7	+ 0,6	106,8
22	729,46	+ 3,19	+ 6,58	+ 4,35	+ 2,7	+11,0	5,69	+1,29	778	— 27	610	930	...	...	NNE. 1	0,47	6,0	+ 0,8	106,8
23	729,41	+ 3,21	+ 6,04	+ 3,71	+ 4,0	+10,0	5,34	+0,93	779	— 24	550	920	...	...	N. 1	0,14	6,2	+ 1,0	106,1
24	729,13	+ 2,99	+ 4,74	+ 2,30	— 0,2	+10,8	5,02	+0,60	783	— 17	520	980	...	...	variable	0,10	6,5	+ 1,3	106,5
25	725,12	— 0,96	+ 5,98	+ 3,44	+ 0,7	+10,6	4,81	+0,38	698	—100	490	930	...	...	variable	0,36	6,7	+ 1,4	106,3
26	720,93	— 5,08	+ 5,42	+ 2,77	0,0	+14,1	4,87	+0,43	728	— 68	410	950	...	...	N. 1	0,39	6,6	+ 1,3	107,0
27	719,25	— 6,70	+ 6,55	+ 3,79	+ 3,4	+10,1	4,92	+0,47	695	— 98	440	880	...	...	N. 1	0,88	...	.....	108,0
28	716,45	— 9,44	+ 7,92	+ 5,05	+ 3,9	+12,0	5,35	+0,89	679	—112	420	870	1,5	4	variable	0,57	7,1	+ 1,7	105,5

MOYENNES DU MOIS DE FÉVRIER 1881.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	723,06	723,34	723,61	723,31	722,80	722,85	723,03	722,93	722,87
2e »	724,98	725,43	725,35	725,01	724,47	724,39	724,71	725,04	725,60
3e »	725,75	725,97	725,82	725,30	724,37	724,04	724,08	724,23	724,36
Mois	724,51	724,84	724,86	724,49	723,85	723,74	723,93	724,06	724,27
Température.									
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	+ 2,21	+ 2,72	+ 4,15	+ 5,44	+ 5,51	+ 5,14	+ 4,47	+ 4,09	+ 3,23
2e »	— 0,77	— 0,33	+ 2,05	+ 3,25	+ 4,06	+ 4,01	+ 3,14	+ 2,37	+ 1,64
3e »	+ 2,70	+ 3,40	+ 6,94	+ 8,27	+10,18	+ 9,59	+ 8,29	+ 6,84	+ 5,91
Mois	+ 1,29	+ 1,83	+ 4,20	+ 5,47	+ 6,33	+ 6,01	+ 5,09	+ 4,26	+ 3,43
Tension de la vapeur.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	4,75	4,86	5,02	4,86	4,94	4,96	4,86	4,81	5,00
2e »	3,97	4,19	4,31	4,45	4,48	4,28	4,55	4,62	4,58
3e »	5,06	5,29	5,32	5,13	4,76	5,18	5,42	5,74	5,70
Mois	4,56	4,75	4,85	4,79	4,72	4,78	4,91	5,01	5,05
Fraction de saturation en millièmes.									
1re décade	881	866	810	731	730	753	780	796	861
2e »	905	919	793	758	724	692	782	832	872
3e »	909	901	712	630	519	579	665	776	822
Mois	898	895	776	712	667	681	748	803	854

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Température du Rhône.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	0	0		0	mm	cm
1re décade	+ 0,73	+ 6,53	0,90	5,44	27,3	100,82
2e »	— 1,68	+ 5,41	0,71	5,17	16,5	106,09
3e »	+ 2,15	+ 11,24	0,46	6,40	1,5	106,62
Mois	+ 0,27	+ 7,47	0,70	5,63	45,3	104,36

Dans ce mois, l'air a été calme 3,2 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 0,82 à 1,00.

La direction de la résultante des vents observés est S. 68°,5 O. et son intensité est égale à 13,9 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU GRAND SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE FÉVRIER 1881.

Le 1er, brouillard le soir.
6, neige le matin ; brouillard et forte bise tout le jour.
7, brouillard le matin.
8, neige, brouillard ; forte bise.
9, neige dans la nuit ; brouillard et très forte bise tout le jour.
10, neige dans la nuit ; brouillard le matin et le soir.
11, neige tout le jour ; brouillard et forte bise surtout le soir.
12, il a neigé presque tout le jour, mais la bise était si violente que la neige a été emportée et n'a pas pu être recueillie.
13, assez forte bise tout le jour ; brouillard le matin.
19, brouillard le soir.
20, brouillard tout le jour ; fort vent du SO.
21, brouillard presque tout le jour.
22, brouillard tout le jour ; fort vent du SO. au milieu de la journée.
23, fort vent du SO. tout le jour ; brouillard le matin.
27, brouillard tout le jour ; quelques flocons de neige.
28, brouillard tout le jour ; neige le soir.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM	mm	MINIMUM.	mm
Le 2 à 10 h. soir	563,09	Le 6 à 6 h. matin	553,63
7 à 8 h. soir	561,45	11 à 8 h. soir	547,01
21 à midi	566,96	28 à 10 h. soir	555,51

SAINT-BERNARD. — FÉVRIER 1881.

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale.	Baromètre. Minimum.	Baromètre. Maximum.	Température C. Moyenne des 24 heures.	Température C. Écart avec la température normale.	Température C. Minimum.	Température C. Maximum.	Pluie ou neige. Hauteur de la neige.	Pluie ou neige. Eau tombée dans les 24 h.	Pluie ou neige. Nombre d'heures.	Vent dominant.	Nébulosité moyenne.
	millim.	millim.	millim.	millim.	o	o	o	o	millim.	millim			
1	557,31	— 3,14	556,27	559,23	— 6,30	+ 2,77	— 7,3	— 3,8	.....	.....	....	NE. 1	0,61
2	561,64	+ 1,22	560,50	563 09	— 6,77	+ 2,29	— 8,3	— 4,8	.....	.....	....	NE. 1	0,16
3	562,38	+ 2,00	561,83	562,95	— 6,00	+ 3,05	— 7,8	— 2,9	.....	.....	....	SO. 1	0,14
4	559,27	— 1,07	558,99	560,14	— 6,36	+ 2,68	— 8,2	— 4,6	.....	.....	....	SO. 1	0,63
5	555,86	— 4,44	554,33	557,93	— 6,43	+ 2 60	— 7,8	— 3,6	.....	.....	....	SO. 1	0,62
6	554,87	— 5,40	553,63	556,44	—11,32	— 2,30	—12,4	— 8,5	80	6,1	....	NE. 2	1,00
7	560,16	— 0,07	558,24	561,45	—10,84	— 1,83	—13,3	— 4,0	.....	.....	....	NE. 1	0,50
8	557,00	— 3,20	555,56	559,63	- 7,81	+ 1,18	— 9,9	- 3,7	220	8,4	....	NE. 2	1,00
9	556,84	— 3,33	554,85	559,56	— 9,93	— 0,96	—10,5	— 8,4	150	5,3	....	NE. 3	1,00
10	556,97	— 3,17	554,15	558,94	— 2,88	+ 6,07	— 4,0	— 1,5	230	10,5	....	NE. 1	0,80
11	547,88	—12,22	547,01	549,41	—10,16	— 1,23	—10,4	— 8 8	410	22,0	....	NE. 2	1,00
12	552,19	— 7,88	550,16	554,25	—17,32	— 8,41	—17,9	—16,0	....	.....	....	NE. 3	1,00
13	556,96	— 3,08	555,13	558,54	—15,54	— 6,66	—18,1	—13,3	.....	.....	....	NE. 2	0,28
14	558,57	— 1,44	558,40	559,34	— 6,34	+ 2,51	— 9,4	— 4,8	.....	.....	....	NE. 1	0,17
15	560,20	+ 0,22	559,10	561,28	— 3,16	+ 5,66	— 6,2	— 1,3	.....	.....	....	NE. 1	0,56
16	562,60	+ 2,65	561,94	562,81	— 2,95	+ 5,84	— 4,3	— 0,0	.....	.....	....	variable	0,53
17	562,36	+ 2,44	562,01	562,88	— 4,52	+ 4,24	— 5,8	— 3,0	.....	.....	....	SO. 1	0,56
18	563,16	+ 3,27	562,77	563,66	— 4,88	+ 3,85	— 6,3	— 2,9	.....	.....	....	SO. 1	0,31
19	564,21	+ 4,34	563,75	564,99	— 5,77	+ 2,92	— 7,2	— 3,2	.....	.....	....	SO. 1	0,38
20	565,37	+ 5,52	565,07	566,08	— 6.68	+ 1,97	— 7,4	— 5,3	.....	.....	....	SO. 2	0,98
21	566,63	+ 6,80	566,35	566,96	— 4,81	+ 3,80	— 6,2	— 3,5	.....	.....	....	SO. 1	0,89
22	565,84	+ 6,03	565,61	566,24	— 6,36	+ 2,21	— 7,3	— 4,8	.....	.....	....	SO 1	1,00
23	565,70	+ 5,91	565,59	566,02	— 8,15	+ 0,38	— 9,3	— 6,9	.....	.....	....	SO. 2	0,49
24	564,26	+ 4,49	563,82	565,04	— 6,04	+ 2,45	— 8,2	— 2,6	.....	.....	....	variable	0,19
25	560,72	+ 0,97	560,03	561,73	— 6,98	+ 1,46	— 9,6	— 3,8	.....	.....	....	variable	0,14
26	558,27	— 1,46	558,13	558,52	— 8,13	+ 0,26	— 9,8	— 6,0	.....	.....	....	SO. 1	0 06
27	557,53	— 2,18	557,43	557,72	— 6,26	+ 2,08	— 7,1	— 4,7	.....	.....	....	SO. 1	0,87
28	556,30	— 3,40	555,51	557,04	- 6,85	+ 1,44	— 7,0	— 6,0	100	8,4	....	SO. 1	1,00

MOYENNES DU MOIS DE FÉVRIER 1881.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	558,26	558,26	558 16	558,11	558,05	558,30	558,35	558,52	558,46
2e »	558,77	559,03	559,27	559,27	559,27	559,42	559,60	559,83	560,08
3e »	562,27	562,24	562,21	562,08	561,84	561,71	561,72	561,77	561,73
Mois	559,59	559,67	559,72	559,66	559,57	559,67	559,76	559,92	559,97
Température.									
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	— 7,76	— 7,26	— 6,96	— 6,08	— 6,52	— 7,57	— 7,92	— 7,44	— 7,50
2e »	— 8,93	— 8,45	— 7,32	— 6,33	— 6,38	— 6,64	— 7,50	— 7,95	— 7,94
3e »	— 7,65	— 7,11	— 6,10	— 4,96	— 4,86	— 5,52	— 6,86	— 7,34	— 7,71
Mois	— 8,15	— 7,64	— 6,84	— 5,85	— 6,00	— 6,65	— 7,47	— 7,59	— 7,72

	Min. observé.	Max. observé.	Nébulosité.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	0	0		mm	mm
1re décade	— 8,95	— 4,58	0,65	30,3	680
2e »	— 9,30	— 5,86	0,58	22,0	410
3e »	— 8,06	— 4,79	0,58	8,4	100
Mois	— 8,82	— 5,10	0,60	60,7	1190

Dans ce mois, l'air a été calme 0,0 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 1,19 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E., et son intensité égale à 11,9 sur 100.

ÉTUDE

SUR LA

CONSTITUTION CHIMIQUE DES SUBSTANCES ALBUMINOIDES

PAR

M. le Dr A. DANILEWSKY

Les substances albuminoïdes sont la base de la vie sur la terre. Ce n'est pas du tout une expression exagérée, car jusqu'à présent on n'a eu connaissance d'aucun cas de vie sans la présence des substances albuminoïdes. Il y a beaucoup d'autres combinaisons chimiques qui sont également indispensables pour la réalisation de la vie, mais il est hors de doute que ces substances participent directement à ce processus vital, qu'elles subissent à l'ingérance des aliments des modifications, pour être régénérées de nouveau dans l'être vivant. On ne peut pas non plus douter que cette métamorphose des substances albuminoïdes ne joue le plus grand rôle dans tous les phénomènes chimiques de la vie, car d'une part le développement de l'organisme animal se base presque exclusivement sur la métamorphose des substances albuminoïdes où cette métamorphose a surtout un caractère progressif, et d'autre part on ne peut pas se figurer le développement de la force des organismes sans l'intervention des substances albuminoïdes et de leurs dérivés, c'est-à-dire sans leur métamorphose régressive.

Jetons un coup d'œil sur les substances albuminoïdes, qui sont des produits de la métamorphose progressive et qui constituent les tissus et les organes du corps. Nous en trouvons un grand nombre dont nous savons seulement qu'elles se ressemblent sans être identiques sous tous les rapports. Ces substances ne sont pas non plus identiques avec les substances albuminoïdes des aliments d'où elles proviennent. Jusqu'à présent nous ne connaissons pas de rapport génésique avec leurs substances mères. Cet état de chose nous empêche de comprendre de quelle manière le tissu se forme par la nourriture.

Nous ne sommes pas plus favorisés en ce qui concerne l'explication des phénomènes chimiques de la métamorphose régressive des substances albuminoïdes dans l'organisme animal, que celles-ci proviennent des tissus ou directement de la nourriture.

Il est évident qu'on ne comprendra bien toutes ces métamorphoses des substances albuminoïdes et par conséquent le processus chimique fondamental de l'organisme animal que lorsqu'on aura une idée exacte de la constitution chimique de ces substances. Mais c'est là précisément le côté faible de la chimie et encore plus de la biologie. Mais pourquoi cela? Ces combinaisons ont-elles donc été peu étudiées? Tout au contraire, sur aucune autre classe de corps il n'existe une littérature aussi étendue que sur les substances albuminoïdes. Qu'est-ce qui a donc empêché une connaissance plus approfondie de ces substances?

La réponse est facile. C'est la complexité de leur constitution. Mais cette raison est insuffisante pour excuser l'insuccès des recherches chimiques de ces substances et en effet une meilleure connaissance de ces combinaisons

nous apprend que ce n'est pas tant la complexité de la molécule, mais plutôt les nombreuses transpositions et combinaisons des petits groupes d'atomes de la molécule lorsqu'elle se modifie qui compliquent et rendent difficile la compréhension du groupement des plus grands groupes d'atomes de la molécule.

Mais il est clair que ce n'est que la connaissance des plus grands groupes d'atomes qui composent la molécule qui peut contribuer à donner une idée exacte de sa constitution.

Lorsque, par les méthodes employées, les grands groupes d'atomes préexistants sont détruits et que les petits groupes se combinent différemment suivant les conditions d'expérience pour former de nouvelles molécules, nous n'apprenons rien sur la manière dont les grands groupes d'atomes de la molécule sont unis entre eux.

La tâche idéale, que l'on doit se donner, consiste, d'après ce qui vient d'être dit, à décomposer la molécule non seulement dans ses grands groupes d'atomes, qui sont déjà bien connus comme des combinaisons indépendantes cristallines, mais si possible en groupes encore plus considérables et capables de cristalliser et composés de 2, 3, 4 grands groupes d'atomes. De semblables combinaisons, qui sont cependant encore très complexes, mais facilement accessibles aux recherches chimiques, pourront servir avec plus de succès pour établir la liaison des groupes d'atomes dans la molécule d'albumine.

On doit donc tâcher de préparer de pareilles parties de la molécule en conservant le groupement préexistant des groupes d'atomes. Mais comment atteindre ce but? Quels moyens faut-il employer? Recourons d'abord aux

procédés qui ont servi jusqu'ici pour ce but. Nous rencontrons toujours des réactifs énergiques comme par exemple la fusion avec de la potasse, l'oxydation avec l'acide nitrique, ou, par le peroxyde de manganèse ou le bichromate de potassium et l'acide sulfurique, la putréfaction, etc. Les substances albuminoïdes sont toujours complètement détruites par tous ces procédés et transformées en des corps différents qui ne possèdent pas le groupement de la molécule primitive. En cherchant, on trouve que c'est la nature elle-même qui nous indique les moyens voulus. Dans l'organisme animal, les substances albuminoïdes sont modifiées peu à peu, transformées en modifications solubles et plus tard scindées en un grand nombre de corps encore très complexes, mais déjà cristallisables, qui, à leur tour, sont soumis à de nouvelles décompositions. Examinons spécialement les moyens dont la nature se sert pour rendre soluble et scinder la molécule d'albumine, nous ne les trouverons nulle part ailleurs que dans les ferments. Ces derniers sont de puissants agents d'hydratation, auxquels les substances albuminoïdes ne peuvent pas résister dans de certaines conditions.

Lors même que les ferments seuls ne peuvent pas produire toute la série des produits de scission, qui sont caractéristiques pour la métamorphose régressive des substances albuminoïdes, on ne peut cependant pas nier que ce sont eux qui introduisent la transformation, c'est-à-dire qui préparent la molécule d'albumine à subir des modifications subséquentes. Mais si nous voulons préparer artificiellement avec les substances albuminoïdes les corps cristallins, qui représentent seuls le groupement préexistant dans la molécule, nous ne pouvons pas

négliger l'action préparatoire des ferments, dont se sert la nature. L'étude de l'action des ferments doit être la première étape dans une étude scientifique complète des substances albuminoïdes.

On n'a trouvé jusqu'à présent dans l'organisme animal que peu de ferments qui agissent dans le sens indiqué sur les substances albuminoïdes et ils appartiennent pour la plupart à l'appareil digestif. Il est cependant très probable que d'autres organes et tissus contiennent aussi des ferments et que ces agents produisent partiellement sinon entièrement la scission de la molécule d'albumine. Les ferments des organes digestifs pourraient dans ce cas n'être considérés que comme des agents préparatoires de la métamorphose régressive. Ces modifications préparatoires de la molécule d'albumine par les ferments de la digestion ont un cachet caractéristique, qui les distingue nettement de toutes les autres modifications de la métamorphose régressive, bien que les phénomènes chimiques puissent rester les mêmes. Ce caractère particulier consiste en ce que les modifications préparatoires sont produites par les ferments dans la molécule entière d'albumine, ce sont donc des modifications des différents groupes d'atomes en laissant intact leur rapport avec la molécule même. Toutes les autres transformations des substances albuminoïdes de nature régressive proprement dite consistent en séparation de la molécule primitive en plusieurs molécules nouvelles.

La première espèce de modification pourrait être appelée modification intramoléculaire et la peptonisation par le ferment digestif peut en servir de prototype.

Les ferments digestifs nous offrent un des moyens les plus sûrs pour obtenir toutes les modifications intramo-

léculaires des substances albuminoïdes. On ne doit pas s'étonner si j'appuie si expressément sur une action bien connue et bien étudiée. La raison en est que les recherches faites jusqu'ici dans ce domaine, quelque importants que soient les résultats obtenus, n'ont que très peu contribué à la connaissance des phénomènes chimiques qui s'y passent. Le lecteur indulgent trouvera dans ce qui suit suffisamment de preuves de ce que j'avance et trouvera justifiée mon insistance pour l'étude des différentes actions des ferments.

Une tâche importante pour la biologie, consiste à se rendre compte d'où vient la différence entre les diverses substances albuminoïdes. L'existence d'une ressemblance excessivement grande et qui a fait réunir toutes ces substances en une seule classe permet de chercher l'explication des différences au moyen de trois hypothèses : 1° que ces corps contiennent des groupes d'atomes qui diffèrent qualitativement; 2° qu'ils contiennent des groupes d'atomes qui diffèrent quantitativement, ou enfin 3° qu'ils renferment les mêmes groupes d'atomes, mais groupés et liés différemment dans la molécule.

Il est clair que pour étudier ces rapports on ne peut employer les agents destructeurs de la molécule et nous sommes obligés d'employer seulement des agents faibles; dans ce qui suivra nous en donnerons des preuves. Seulement lorsque les modifications intra-moléculaires mentionnées, que la molécule d'albumine peut subir, nous seront bien connues, lorsque nous serons à même de scinder la molécule d'albumine par des ferments avec le concours d'autres moyens, en groupes plus ou moins grands, cristallisables, et que le groupement et la liaison des groupes d'atomes trouvés nous seront de-

venus plus clairs, alors nous pourrons aussi comprendre les résultats donnés par les actions énergiques.

Il importe donc d'étudier les modifications que peuvent subir les substances albuminoïdes, et dans ce but il faut : 1° leur faire subir ces modifications aussi lentement que possible, et 2° les poursuivre pas à pas sous tous les rapports possibles. Mais ici on rencontre une difficulté, qui a déjà rendu la tâche ardue à plus d'un savant, j'entends la non-cristallisation et la séparation pénible des différents corps qui, dans bien des cas, est presque impossible. C'est encore pire pour ce qui concerne leurs produits d'hydratation, les peptones. Cependant par une étude pénible et demandant beaucoup de temps on trouve des caractères qui permettent de s'orienter et de continuer leur étude. Tous ceux qui se sont occupés de ces produits d'hydratation incristallisables des substances albuminoïdes, savent avec combien de difficultés et d'incertitudes on a à lutter jusqu'à ce qu'on ait trouvé quelque chose de sûr et pouvant servir pour des études ultérieures. Ces difficultés et les résultats positifs décrits plus loin et obtenus sur ce domaine relativement peu connu doivent excuser bien des lacunes de ce travail.

Les études présentes se divisent en deux parties. La première partie s'occupera, avec les modifications désignées dans l'introduction comme modifications intra-moléculaires, de la molécule d'albumine, c'est-à-dire des modifications dans la constitution de la molécule qui peuvent donner lieu à différents produits possédant encore les caractères de l'albumine. Pour ces transformations il n'y a pas de scission de groupes atomiques organiques de la molécule et il n'y a pas de formation de produits

organiques cristallisables. A ce domaine appartiennent toutes les modifications des substances albuminoïdes par lesquelles celles-ci sont transformées en peptones ou autres substances albuminoïdes. Dans la seconde partie je m'occuperai des scissions de la molécule d'albumine.

PREMIÈRE PARTIE

Ces recherches systématiques ont été faites avec la même espèce d'albumine et ensuite les résultats obtenus ont été appliqués aux autres substances albuminoïdes. Cette condition était avantageuse, comme nous le verrons du reste dans le cours de ce travail. Comme substance albuminoïde, j'ai choisi l'albumine d'œuf, parce qu'elle peut être obtenue pure et toujours en plus grande quantité que les autres albumines.

Nous savons que le blanc d'œuf, divisé et additionné d'un peu d'eau puis séparé des parties membraneuses par filtration, laisse précipiter une partie de son albumine par l'addition de beaucoup d'eau. Ce corps, qui se dépose ainsi, est caractérisé par son insolubilité dans l'eau ; récemment précipité, il se gonfle dans les solutions salines neutres, ainsi que dans les acides minéraux très dilués. Les alcalis caustiques très étendus (0,1—0,3 %) le gonflent d'abord et le transforment en présence de peu d'eau en une gelée qui, abandonnée à elle-même, finit par se liquéfier.

La solution saline de ce corps, ainsi que la solution alcaline récemment préparée, ne paraissent avoir aucune influence sur la lumière polarisée, mais il n'en est pas de même pour la solution alcaline, lorsqu'elle a été aban-

donnée quelque temps à elle-même. En écrasant les flocons de ce corps, on n'obtient pas de coloration rouge du papier de tournesol. Lorsqu'il séjourne un peu plus longtemps sous l'eau, il se gonfle toujours moins dans les solutions salines et les acides minéraux dilués. En neutralisant sa dissolution alcaline, restée quelque temps à une température de 15°, il y a précipitation d'une substance albuminoïde avec dégagement d'hydrogène sulfuré. Le corps primitif, l'albumine α, renferme environ 2,0 % de soufre :

1° 0,5613 gr. de la subst.	séchée	à 110°	ont donné	1,89 %	de S.
2° 0,7022 gr.	»	»	»	2,08 %	»
3° 0,6661 »	»	»	»	1,97 %	»

et de 0,95—1,1 % de cendres.

Les cendres renferment les oxydes de calcium, de magnésium et de l'acide phosphorique ; si elles sont fortement calcinées, elles ont une réaction faiblement alcaline et cèdent à l'eau froide un peu de chaux.

La substance albuminoïde, qui est précipitée de la solution alcaline par les acides, n'est nullement identique avec la substance primitive, car déjà le dégagement d'hydrogène sulfuré ne parle pas en faveur de cette identité. En effet, l'étude ultérieure de ce nouveau corps nous apprend que celui-ci est plus facilement soluble dans les acides très étendus et les alcalis, mais qu'il se gonfle moins dans les solutions salines, qu'il rougit le tournesol après avoir subi un lavage à l'eau froide et tiède, qu'il est moins riche en soufre et en cendres et enfin qu'il est lévogyre. Nous le désignerons sous le nom d'albumine β.

Suivant l'action plus ou moins forte des alcalis, la proportion de soufre varie entre 1,6 % et 1,25 %, et dans

les mêmes conditions la quantité de cendres varie de 0,6 à 0,45 °/₀.

Les cendres sont composées comme les précédentes.

L'examen du liquide, qu'on obtient après la séparation de ce corps, montre qu'il renferme, outre des sels neutres solubles et une très petite quantité de substance albuminoïde qui se dépose en évaporant le liquide faiblement acidulé, beaucoup de phosphate de calcium et de magnésium. Je n'ai trouvé aucun autre corps comme produit secondaire produit par cette transformation de l'albumine du blanc d'œuf en la substance albuminoïde qui vient d'être décrite.

En traitant l'albumine du blanc d'œuf à la température de 14 à 17° avec une solution de soude ou potasse caustique (1-4 °/₀) pendant 20 à 40 heures, il se sépare un nouveau produit en neutralisant la solution et il y a élimination d'une plus forte proportion de soufre, de calcium, de magnésium et d'acide phosphorique. Ce dernier produit rougit plus fortement le tournesol et possède une particularité que l'albumine β ne montrait pas.

Lorsque l'albumine du blanc d'œuf bien lavée ou l'albumine optiquement active qu'on obtient en traitant la précédente par une lessive de soude caustique à 0,2 °/₀ est bouillie avec de l'alcool à 50 °/₀ et que l'on filtre à chaud, on observe que la partie filtrée claire, fortement refroidie : 1° reste claire; 2° n'altère pas le tournesol, et 3° ne renferme pas ou seulement des traces de substances organiques en dissolution.

Le traitement analogue du produit résultant de l'action de la lessive de soude caustique à 2-3 °/₀ fournit un liquide 1° qui se trouble et laisse bientôt déposer des flocons blancs comme la neige; 2° rougit fortement le tournesol,

le dépôt aussi bien que sa solution chaude, et 3° la quantité de ce nouveau corps augmente avec la durée de l'action de la lessive sur l'albumine primitive.

Ce corps acide et blanc, qui donne toutes les réactions générales des substances albuminoïdes et auquel on ne peut pas enlever son acidité par un lavage prolongé, ne donne pas de cendres à l'état pur et renferme beaucoup moins de soufre que l'albumine (voir plus bas). Sur le filtre reste une partie notable formée par de l'albumine non modifiée. Lorsqu'on la ramollit par l'addition d'eau ou mieux par de l'ammoniaque très dilué et en neutralisant ensuite exactement l'alcali dont on s'est servi, et qu'on fait subir encore un second traitement par la soude caustique à 2-4 %, etc., l'alcool bouillant à 50 % enlève une nouvelle quantité d'un produit acide et ne donnant pas de cendres. De cette manière, une quantité donnée d'albumine peut être transformée presque entièrement en ce corps acide, soluble dans l'alcool, seulement il faut chaque fois faire agir un peu plus longtemps la soude caustique à cause de la coagulation de la partie non modifiée de l'albumine.

Dans les liquides dont on a séparé aussi complètement que possible le précipité obtenu par neutralisation de la solution alcaline, on ne trouve plus que des quantités insignifiantes de substances organiques à côté d'une quantité notable de phosphate de calcium et de magnésium. La solution alcoolique refroidie, séparée par filtration du corps acide, ne contient plus que très peu de substance, qui se comporte comme le corps acide même. On a donc raison d'admettre que la formation de ce corps acide n'est pas produit par une scission de la partie organique de la molécule d'albumine. On peut aussi admettre que toute la quantité donnée d'albumine peut être transformée dans

ce corps acide, mais en réalité ce résultat est difficile à obtenir. En traitant par exemple l'albumine de 20 œufs avec 2 litres de soude caustique de 2—3 %, on retrouve non modifié au bout de 48 à 60 heures, et même plus, environ la moitié de l'albumine ; de plus grandes quantités de soude de 2—3 % laissent intacte une quantité notable d'albumine au bout de 2 à 5 jours. Par l'épuisement du corps acide avec l'alcool chaud, la partie de l'albumine non modifiée est coagulée par la chaleur et devient plus réfractaire à l'action de la soude caustique. Une lessive plus concentrée ou un contact de plus de 4 à 5 jours altère le nouveau corps acide. La coagulation préalable de l'albumine par la chaleur rend celle-ci plus résistante à l'action de la lessive.

Veut-on s'assurer que la formation de ce dernier corps acide n'est qu'une transformation sans scission de groupes atomiques organiques, on doit employer seulement une lessive faible et ne pas prolonger l'action au delà de 24 heures à une température de 15°. Dans cette transformation il y a cependant scission de quelques parties de la molécule d'albumine. Nous avons vu plus haut que l'albumine α ou β donne des cendres (calcium, magnésium et acide phosphorique) qu'on ne peut pas lui enlever par l'acide chlorhydrique ou l'acide acétique à 0,1 %, que ces albumines renferment du soufre, qui peut facilement former une assez grande quantité de sulfure métallique.

Le nouveau produit acide, purifié en le dissolvant plusieurs fois dans l'alcool chaud, et en le précipitant chaque fois par refroidissement de sa solution, ne donne point ou seulement des traces de cendres [1] et la formation de sul-

[1] Le phosphate de calcium est dissous un peu par ce corps acide,

fure métallique est plus faible qu'avec l'albumine. Par conséquent, la neutralisation de la dissolution alcaline, si celle-ci n'a pas été exposée trop longtemps à l'air, donne toujours lieu à un dégagement d'hydrogène sulfuré.

La proportion de soufre de ce corps acide varie entre 1,0 à 1,3 °/₀ avec la concentration de la lessive employée et avec la durée de son action.

Ce corps acide est donc produit par suite de l'élimination de calcium, de magnésium, de l'acide phosphorique et d'une partie du soufre de la molécule d'albumine, mais il n'y a pas de groupes atomiques organiques enlevés à la molécule. Une étude plus approfondie a démontré que ce produit acide était un mélange de plusieurs corps ayant en commun beaucoup de propriétés principales, comme la solubilité dans l'alcool bouillant et l'acidité. C'est pour cela que je les ai réunis sous un nom commun d'un groupe et j'ai appelé le produit acide brut de transformation, *groupe protalbique.*

Nous avons vu que l'albumine α en subissant la transformation *en albumine* β perd aussi du phosphate de calcium, de magnésium et du soufre, il y a donc le même processus chimique comme dans la formation des substances protalbiques avec l'albumine β. Mais pourquoi est-ce que dans les deux cas les produits ne sont pas analogues ? Cela provient tout simplement de la quantité de calcium, de magnésium, d'acide phosphorique et de soufre enlevés de l'albumine α. Car celle-ci, traitée directement avec de la soude caustique de 1 à 3 °/₀, donne de suite des substances protalbiques en perdant beaucoup

comme il l'est du reste toujours en présence de substances albuminoïdes.

de calcium, de magnésium, d'acide phosphorique et de soufre. On peut donc admettre que tant que la substance albuminoïde retient du calcium, du magnésium et de l'acide phosphorique, elle conserve sa nature albuminoïde et est insoluble dans l'alcool chaud, mais dès que *tout* le calcium, le magnésium et l'acide phosphorique lui sont enlevés, le produit acquiert les propriétés des substances protalbiques. Il est cependant évident qu'il peut y avoir une albumine intermédiaire entre l'albumine α et l'état protalbique de la molécule. Je ne puis pas affirmer que l'albumine β est un corps homogène, mais comme on peut l'obtenir toujours avec les mêmes propriétés en suivant le mode de préparation indiqué, sa nature homogène devient très probable. Cette substance montre que la molécule de l'albumine α doit renfermer plusieurs atomes de calcium, de magnésium et d'acide phosphorique, qu'elle peut perdre peu à peu. Jusqu'à présent je ne puis pas encore indiquer quel est le nombre de ces atomes et combien d'espèces d'albumine elle peut former en les perdant successivement.

Malgré la grande différence entre l'albumine β et les substances protalbiques, elles ont cependant une propriété commune importante, l'acidité ; les deux corps fixent des bases à la température ordinaire [1], rougissent le tournesol (l'albumine β beaucoup moins que la substance protalbique, v. plus loin); les substances protalbiques décomposent à chaud les carbonates et acétates.

Il est hors de doute que ces corps renferment des groupes de carboxyles. Comme l'albumine α ne montre

[1] Les méthodes de dosage sont décrites dans les *Archives des Sc. phys. et natur.* 1881, t. V, p. 43.

pas cette nature acide, on doit en conclure que ces groupes d'atomes y sont saturés par le calcium. Si cela est exact, il faut que l'albumine renferme plus de calcium et de magnésium que ce n'est nécessaire pour la saturation de tout l'acide phosphorique. On peut en effet en donner la preuve en brûlant l'albumine au contact de l'air et en calcinant fortement les cendres; celles-ci ont toujours, une réaction faiblement alcaline, leur extrait aqueux renferme de l'hydrate de chaux. L'analyse des cendres d'une assez grande quantité d'albumine α a conduit au résultat suivant :

6,8558 gr. de la substance desséchée à 110° ont été traités avec une solution très étendue de soude caustique chimiquement pure, puis desséchés et incinérés. On a obtenu :

Ca	— 0,0090	gr.	=	0,13 %.
Mg	— 0,0033	»	=	0,05 %.
PO_4	— 0,0123	»	=	0,18 %.

L'acide acétique très étendu et froid donne avec les cendres une solution qui ne contient comme base que du calcium. En se basant sur ces faits, on a donc raison de supposer que le magnésium est complètement saturé par l'acide phosphorique, mais qu'une partie du calcium existe non combiné avec cet acide. L'analyse ci-dessus montre :

1° que la quantité de calcium et de magnésium est plus grande qu'il ne faut pour saturer tout l'acide phosphorique;

2° que la quantité de l'acide phosphorique suffit pour saturer tout le magnésium et une partie du calcium, et

3° qu'il reste une quantité de 0,0067 gr. de calcium

qui doit être combiné avec les groupes d'atomes organiques de la molécule.

Remarque. L'albumine β donne en moyenne 0,4 à 0,5 $^0/_0$ de cendres, tandis que la somme des éléments inorganiques obtenue par l'analyse est seulement égale à 0,36 $^0/_0$. Cette différence s'explique par le fait que les cendres ne contiennent qu'une petite quantité de la chaux totale et que la plus grande partie du calcium est combinée avec l'acide sulfurique provenant du soufre de la substance.

On a donc le droit de tirer la conclusion *que dans l'albumine quelques-uns des groupes de carboxyle sont saturés par le calcium et que probablement ce dernier lie par sa seconde valence le groupe atomique* $(—PO^4Ca)'$ et (PO_4Mg).

Lorsque l'albumine passe à l'état protalbique tous les groupes de carboxyle unis avec le calcium dans l'albumine α deviennent libres, tandis que lorsque l'albumine α est transformée en albumine β, il n'y a qu'une partie de ces carboxyles qui deviennent libres.

L'albumine perd aussi du soufre dans les transformations décrites, en outre du calcium, magnésium et de l'acide phosphorique. Comme celui-ci se dégage à l'état d'hydrogène sulfuré, on peut admettre qu'il occupe dans la molécule la même place que l'oxygène dans les anhydrides. Le fait que les produits de transformation deviennent de plus en plus solubles, qu'ils perdent leur propriété de se gonfler dans les alcalis et les acides très dilués (voir tableau), rendent vraisemblable que le soufre enlevé par les alcalis n'est pas remplacé par de l'oxygène, mais par deux oxhydriles.

Ainsi, dans cette réaction, quelques groupes d'atomes

seraient soumis à l'hydratation. Ces groupes d'atomes devraient manifester maintenant les réactions correspondantes à leur nature, comme les groupes de carboxyles, mais jusqu'à présent je n'ai pas réussi à reconnaître sûrement la nature de ces dits groupes. Cependant, il y a quelques observations qui ne pourront être développées que plus tard, qui donnent quelques indications pour la solution de cette question et qui seront énoncées plus loin.

Avant d'étudier les transformations ultérieures de la molécule d'albumine, nous soumettrons à un examen plus rigoureux les substances protalbiques obtenues par l'action des alcalis. On a vu que la substance acide obtenue par l'extraction avec l'alcool à 50 °/₀ bouillant n'est pas un corps homogène, mais un mélange de différentes substances analogues. En effet, si on la traite par de l'alcool bouillant, de différentes concentrations de 30-60 °/₀, et qu'on laisse séparer par le refroidissement dans des conditions analogues, on remarque qu'il y a une substance protalbique qui se dissout déjà à la température de 65 °C dans de l'alcool à 30-35 °/₀ et qui se sépare des solutions pas trop concentrées, sous forme d'une poussière blanche, extrêmement fine, ne se déposant qu'incomplètement, même après des semaines. Une seconde substance protalbique ne se dissout pas dans de l'alcool bouillant d'une concentration moindre de 40-45 °/₀, et se précipite presque complètement par le refroidissement. De plus, on trouve que la première substance contient moins de soufre que la seconde et que par l'ébullition avec de la soude caustique (1-2 °/₀) en présence d'un peu d'hydrate d'oxyde de plomb, la solution n'est pas noircie, tandis que la seconde substance noircit la solution en formant du sulfure de plomb. De plus, on trouve des diffé-

rences dans la manière dont elles se comportent vis-à-vis de l'eau, des acides très dilués, des bases, de la lumière polarisée, de l'acide nitrique concentré, ainsi que vis-à-vis de beaucoup d'autres réactifs et enfin par la nouvelle réaction suivante, qui permet de les distinguer nettement de l'albumine.

Si l'on arrose quelques flocons d'albumine humide avec de l'alcool à 93-95 °/₀ dans une petite capsule de porcelaine et si l'on évapore à siccité au bain-marie en maintenant l'alcool en ébullition et en ajoutant une trace d'acide acétique, on obtient un résidu incolore ou grisâtre. Il vaut mieux traiter encore une fois le résidu par l'alcool et l'acide acétique et évaporer de nouveau. Mais si l'on opère de même avec des substances protalbiques, on obtient un résidu coloré. J'ai trouvé que ce n'est pas le cas pour toutes les substances protalbiques, mais que la substance protalbique la plus difficilement soluble et qui donne beaucoup de sulfure de plomb laisse un résidu gris comme l'albumine; mais celle qui ne donne pas de sulfure de plomb et qui est plus soluble dans l'alcool bouillant, donne un résidu coloré totalement ou partiellement en jaune, orange ou rose.

On ne peut douter qu'il n'y ait ici plusieurs substances protalbiques acides, se ressemblant sous bien des rapports.

J'ai réussi après beaucoup de recherches à distinguer quatre membres de ce groupe de substances protalbiques et à les séparer de la manière suivante :

Je dois tout de suite remarquer que la séparation n'est pas absolue pour les membres voisins, mais qu'elle est complète pour les membres les plus éloignés. Ces quatre substances nouvelles forment une série dans laquelle le

premier membre dérive immédiatement de l'albumine, tandis que les autres dérivent successivement les uns des autres. Les expériences suivantes peuvent démontrer cette assertion.

En dissolvant de l'albumine β dans beaucoup de soude caustique à 0,1 %, en laissant reposer à 15°C et en ajoutant de temps en temps une solution de soude plus concentrée, jusqu'à ce que le précipité obtenu par neutralisation indique par l'ébullition avec de l'alcool à 50 % la présence de substance protalbique acide, on trouve que cette substance protalbique représente le premier membre de la série. Il est difficilement soluble dans l'alcool et ne l'est pas dans un alcool d'une concentration inférieure à 38 %. Il ne donne pas de résidu coloré par évaporation avec l'alcool et l'acide acétique et produit facilement du sulfure de plomb.

Si l'on emploie un alcali plus fort à 0,5-0,6 %, on obtient un corps acide plus soluble et donnant un résidu jaune paille. Si l'on traite de l'albumine β pendant 24 heures avec une lessive alcaline à 1-1,2 %, on obtient une substance protalbique acide outre les deux premières et qui laisse un résidu orange. Si l'on traite par de l'alcool de 35-38 % le précipité obtenu par neutralisation et qu'on élève avec précaution la température jusqu'à 65-70° et qu'on filtre, on obtient après refroidissement un liquide laiteux, qui ne laisse déposer que très lentement des flocons présentant une réaction acide, donnant à l'évaporation un résidu d'une belle couleur orange et qui ne produisent pas de sulfure de plomb dans les conditions indiquées.

Enfin, si l'on traite de l'albumine β avec de la soude caustique de 1,5-2,5 % pendant 24-30 heures, on peut

extraire de la manière indiquée une substance protalbique qui se dépose encore plus difficilement de sa solution alcoolique et qui donne un résidu d'un beau rose [1].

Le premier membre traité à la température ordinaire avec une lessive de soude de plus en plus forte donne successivement les autres corps acides, de façon qu'on obtient d'abord le corps protalbique donnant un résidu jaune pur puis celui dont le résidu est orange, et enfin celui dont le résidu est rose.

La matière protalbique à résidu jaune, traitée par la

[1] Ces réactions colorées se produisent dans les conditions suivantes : L'alcool doit être incolore et ne doït pas laisser de résidu coloré. Il est plus avantageux de chauffer d'abord les substances protalbiques avec de l'alcool de 50 % pour les dissoudre, d'ajouter une goutte d'acide acétique dilué, d'évaporer presque à la siccité et seulement alors d'ajouter l'alcool concentré et d'évaporer en maintenant l'ébullition. La protalbroséine pure donne immédiatement un résidu rose ou bordé de rose ; les membres supérieurs exigent souvent qu'on répète le traitement par l'alcool pur, mais qu'on n'oublie pas l'addition de l'acide acétique, car les solutions alcalines ne donnent pas ces résidus colorés et les acides minéraux empêchent la réaction. Les sels neutres n'agissent que mécaniquement, les sels à réaction alcaline entravent considérablement la réaction. L'acide acétique peut être remplacé par l'acide tartrique, mais alors les colorations ne sont pas si belles. Si l'on traite un résidu coloré à plusieurs reprises par l'alcool fort sans addition d'acide acétique et qu'on évapore, la couleur disparaît petit à petit en passant du rose à l'orange, puis au jaune pour disparaître ensuite complètement. Mais si l'on traite ce résidu incolore par l'eau de chaux (ce qui vaut mieux que la soude caustique), et qu'on sursature par l'acide acétique, puis qu'on évapore avec de l'alcool fort, les bords colorés apparaissent de nouveau. Cela provient de ce qu'un alcool très fort produit à chaud une deshydratation de la substance par laquelle les parties de la molécule qui ont été hydratées par l'alcali sont modifiées, c'est-à-dire passent à l'état anhydre comme dans l'état primitif dans l'albumine. Cela explique l'action favorable de l'acide acétique qui conserve à certaines parties de la molécule leur état d'hydratation.

soude, donne d'abord celle à résidu orange et ensuite celle à résidu rose. Enfin, la substance protalbique à résidu orange ne donne que celle à résidu rose.

La séparation de ces quatre membres supposés du groupe protalbique est basée sur la différente solubilité dans l'alcool dilué à différentes températures. J'appelle tout le groupe : *substances protalbiques* et donne les noms suivants aux différents membres : *Protalbine, protalbinine, protalborangine* et *protalbroséine.*

Leur séparation commence avec la substance la plus soluble, avec la protalbroséine. Dans ce but, on traite un mélange de substances protalbiques avec de l'alcool, de 25-30 °/₀ à la température de 65°C pendant une heure, et on filtre ensuite à travers un filtre porté à la même température. Le liquide filtré est fortement refroidi et abandonné à lui-même pendant plusieurs jours, en ajoutant de temps en temps de l'alcool jusqu'à la concentration de 50 °/₀. Au bout de ce temps, on trouve un dépôt blanc excessivement fin qu'on peut recueillir sur un filtre. Le corps ainsi obtenu contient généralement encore une petite quantité des membres supérieurs, surtout de la protalborangine. La protalbroséine peut être assez facilement séparée des deux membres supérieurs par des dissolutions et séparations répétées dans de l'alcool à 35 °/₀. Sa séparation de la protalborangine ne réussit qu'incomplètement.

La protalborangine est séparée des deux membres supérieurs de la même manière, seulement il faut employer de l'alcool à 30-32 °/₀ et extraire à la température de de 65-70°.

La séparation des deux membres inférieurs des deux membres supérieurs n'offre pas beaucoup de difficulté,

TABLEA

Réactifs.	Albumine β.	Protalbine.
1. Eau et réaction avec le tournesol.	Insoluble; les flocons humides rougissent le papier de tournesol en les écrasant.	Reste en partie en suspensic dans l'eau et la rend la teuse, rougit instantanémer le tournesol.
2. Bouillie avec de l'eau.	Se coagule en une masse d'un blanc mat.	Id. mais en masse floconneus
3. Alcool.	Insoluble dans l'alcool concentré ou dilué froid ou chaud.	Insoluble à froid, soluble dar l'alcool bouillant à 40–60 $^0/$ et en est complètement sé parée par refroidissemen sous forme de gros flocon blancs. La réaction de la sc lution est acide.
4. Calcination.	Cendres faiblement alcalines se composant de calcium, magnésium et d'acide phosphorique. Quantité 0,4-0,6 $^0/_0$.	A l'état pur ne donne pas d cendres [1].
5. Proportion de soufre [2].	De 1,25-1,6 $^0/_0$. Une partie de ce soufre donne par ébullition avec de la soude caustique à 1-2 $^0/_0$ et de l'hydrate de plomb, du sulfure de plomb, mais le soufre ne peut pas être complètement éliminé de cette manière.	De 1,2–1,4 $^0/_0$. On obtien moins de sulfure de plomb
6. Pouvoir rotatoire en solution ammoniacale [3].	Pouvoir rotatoire spéc. 75,0° (3 determinations).	Pouv. rotat. spéc. 85, 0°(5 déterminations).
7. Réaction colorée en faisant bouillir avec de l'alcool et de l'acide acétique (v. plus haut).	Résidu incolore.	Résidu incolore.
8. Capacité de saturation pour les alcalis.	Fixe 0,6-0,77 $^0/_0$ NH_4.	Fixe 1,01 $^0/_0$ NH_4.
9. Acide nitrique concentré.	Précipité, insoluble dans un excès.	Id.
10. Nitrate mercurique (en solution acétique très faible).	Précipitation, coagulable par la chaleur.	Trouble et précipitation, par tiellement coagulable par la chaleur.
11. Chlorure ferrique (dans solution alcaline excessivement faible).	. . . .	Trouble.
12. Solution d'alun (dans solution alcaline excessivement faible).	Précipitation.	Précipitation faible, augment par la chaleur.
13. Sels alcalins à réaction alcaline.	Devient molle, mais se dissout peu. La présence de ces sels n'empêche que peu la précipitation de la substance par les acides.	Se dissout. Les sels empêchent la précipitation par les acides tant qu'on peut reconnaître une réaction alcaline sur le tournesol.
14. Autres sels chimiquement neutres.	Pas de changement.	Insoluble, est précipitée de ses dissolutions, surtout de ses dissolutions acides.
15. Alcalis très étendus.	Se dissout à froid avec ses parties minérales.	Se dissout complètement, si les impuretés minérales ne dépassent pas 0,2 $^0/_0$.
16. Acide chlorhydrique à 0,1° à 15° C	Se dissout avec une teinte opalescente.	Se dissout, la solution est presque claire.

Protalbinine.	Protalborangine.	Protalbroséine.
3e comporte comme la protalbine.	L'eau devient plus laiteuse par la suspension, rougit le tournesol comme les précédentes.	Suspendue, l'eau devient complètement laiteuse, il y a en outre solution partielle. Réaction fortement acide.
d., la masse présente l'apparence d'une fusion partielle.	Fond partiellement en une masse grisâtre.	Fond en une masse d'un gris brun, qui se laisse étirer en longs fils.
d., seulement la séparation par refroidissement n'est pas aussi complète ni aussi rapide que pour la protalbine.	Insoluble à froid, se dissout déjà à la température de 65 à 75° dans l'alcool à 30–60 %. La séparation n'a lieu que lentement à froid, elle est en outre incomplète, il se dépose de petits flocons. La solution possède une réaction acide.	Insoluble à froid, soluble à la température de 55 à 60° dans l'alcool à 25–60 %. Par le refroidissement la solution devient laiteuse et dépose une poudre excessivement blanche très fine. La réaction de la solution est acide.
Id.	Id.	Id.
)e 1,09-1,2 %, ne forme pas toujours du sulfure de plomb, et seulement en quantité très faible.	De 1,0-1,1 %. Ne forme pas de sulfure de plomb avec de la lessive de soude de 1-5 %.	De 1,0-1,1 %. Ne forme pas de sulfure de plomb avec de la lessive de soude de 1–5 %.
'ouv. rotat. spéc. 75,6° (5 déterminations)	Pouv. rotat. spéc. 64,3° (4 déterminations).	Pouv. rotat. spéc. 73,0° (3 déterminations).
'out le résidu ou seulement le bord de la tache d'évaporation devient jaune paille.	Le résidu, ou seulement le bord, prend une couleur orangée.	Tout le résidu ou seulement le bord devient rose.
'ixe 1,2 % NH_4.	Fixe 1,38 % NH_4.	Fixe 1,58 % NH_4.
'rouble et précipitation blanche, partiellement soluble dans un excès.	Id., mais plus soluble dans un excès de réactif.	Précipitation, soluble dans un excès de réactif.
'rouble, par la chaleur se sépare partiellement en flocons.	Trouble, peu modifié par la chaleur.	Trouble, diminue un peu par la chaleur.
'rouble.	Faible précipitation, insoluble dans un excès du réactif.	Précipité brun, devenant plus faible dans un excès de réactif et disparaissant en chauffant.
'ort trouble, devient floconneux en chauffant.	Trouble, la chaleur produit un faible dépôt.	Trouble qui augmente en chauffant.
Id.	Id.	Id.
Id.	Id.	Id.
'resque la même chose.	Se dissout et donne une solution claire si la quantité de cendres ne dépasse pas 0,3–0,4 %.	Id.
Id.	Id.	Id.

quoique la solution des deux inférieurs puisse toujours renfermer une petite quantité des deux supérieurs. Par contre, la séparation des deux membres supérieurs l'un de l'autre est de nouveau beaucoup plus difficile. Il ne reste pas d'autres moyens que de se laisser guider par la réaction jaune de la protalbinine. Tant qu'on obtient cette coloration dans les conditions indiquées, on peut être sûr que la protalbine est encore mélangée avec le second membre. Le tableau qui précède contient une description des propriétés des substances protalbiques comparées entre elles et avec celles de l'albumine. Quoique les membres de ce groupe de corps aient été soigneusement purifiés, je ne peux pas garantir la pureté absolue de chaque membre.

Remarque 1. Les substances protalbiques, comme les corps acides, ont la propriété de dissoudre, dans leurs dissolutions, des quantités notables de phosphates de calcium, même dans leurs dissolutions alcooliques chaudes. Mais en dissolvant et précipitant ces corps à plusieurs reprises dans de l'alcool concentré, en observant les limites de concentration de celui-ci, on obtient des substances qui ne donnent plus de cendres. On peut facilement prouver que le phosphate de calcium existe dans ce cas seulement comme impureté, car 1° ces corps peuvent être obtenus exempts de cendres ; 2° lorsque ces corps renferment plus de 0,3-0,4 °/₀ de cendres, ils ne se dissolvent plus clairement dans les alcalis étendus ; le trouble recueilli et lavé n'est que du phosphate de calcium, tandis que l'albumine β avec 0,5 °/₀ de cendres et l'albumine α complètement neutre avec 1,0-1,2 °/₀ de cendres se dissolvent sans trouble dans les mêmes conditions ; 3° la protalbine, qui est très peu soluble dans l'acide acétique de

0,01-0,05 °/₀, peut, par ce moyen, être débarrassée de toutes ses impuretés minérales, tandis que cet acide, même lorsqu'il est plus concentré, n'enlève de substances minérales ni à l'albumine β, ni à l'albumine α.

Remarque 2. Déjà depuis les recherches de *Fleitmann*[1], on sait que les substances albuminoïdes renferment le soufre à deux états différents. Pour la série des corps protalbiques, j'ai trouvé 1° que par les transformations successives, c'est le soufre donnant la réaction avec l'hydrate de plomb qui seul est éliminé; 2° que la quantité de soufre ne donnant pas cette réaction est pour tous les membres de la série d'environ 0,9 °/₀; 3° que très probablement tout le soufre de l'albumine ne se trouve pas dans deux, mais dans trois états différents, savoir : *a*) environ 0,9 °/₀ qui ne forme pas de sulfure de plomb par l'ébullition avec de la potasse caustique à 10-20 °/₀ et de l'hydrate de plomb; *b*) environ 0,2 °/₀ ne donnant pas de sulfure métallique par le traitement avec une lessive de 1-5 °/₀, mais bien lorsqu'elle est de 10-20 °/₀; *c*) la troisième portion, qui forme facilement du sulfure métallique à l'ébullition avec de la soude caustique à 0,5 °/₀ et même encore plus faible.

Remarque 3. Je ne voudrais pas attribuer une importance absolue à ces déterminations, car il est nécessaire de multiplier les observations. — Quoique les quatre membres du groupe protalbique aient beaucoup d'analogie entre eux, il est cependant hors de doute, d'après les observations indiquées dans le tableau I, que nous avons

[1] *Annal. d. Chem. und Pharm.*, Bd. LXVI, S. 381.

réellement à faire à des corps différents. Il est encore à savoir s'il existe 3 ou 4 membres dans ce groupe et je laisse la solution de la question à des recherches ultérieures, toutefois je maintiens : 1° *que le groupe des substances protalbiques ne compte pas moins de trois membres;* 2° *que ces corps sont des produits de transformation de l'albumine;* 3° *qu'ils se forment par une hydratation successive de la molécule d'albumine avec séparation de calcium, de magnésium, d'acide phosphorique et d'une partie du soufre.*

Genève, laboratoire de l'Université.

(*A suivre.*)

MÉTHANOMÈTRE AUTOMATIQUE

OU

ANALYSEUR AUTOMATIQUE DU GRISOU

PAR

M. D. MONNIER
Professeur de Chimie à l'Université de Genève.

(Communiqué à la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève dans sa séance du 3 mars 1881.)

Mon avertisseur que j'ai l'honneur de présenter à la Société de Physique de Genève est fondé sur une réaction connue. Le méthane ou gaz des marais, en présence d'un excès d'air atmosphérique, se décompose sous certaines influences, telles que l'étincelle d'induction, un fil de platine rougi, etc..., en composés complexes, tels que naphtaline, eau, acide carbonique, etc...

J'utilise la condensation produite et je la fais agir directement sur un manomètre à mercure.

Le méthanomètre automatique se compose essentiellement de deux parties :

1° D'un analyseur.

2° D'un récepteur.

1° *Analyseur.*

L'analyseur est représenté (pl. IV) fig. 1 en grandeur d'exécution, sauf la pendule dessinée à l'angle droit supérieur dont les dimensions sont diminuées de moitié.

Les différents organes de cette machine sont montés

sur une forte plaque de bronze; sur l'une des faces se trouvent : le brûleur, son manomètre et la pendule; sur l'autre : le transmetteur et un appareil de clanchage et de déclanchage. Le tout est renfermé dans une boîte bien close.

Le brûleur A (fig. 2) est un petit récipient en verre traversé dans son grand axe par un fil de platine de faible section ; il communique avec un manomètre en verre D (fig. 2) contenant du mercure et porte en outre latéralement et vers les extrémités deux tubulures sur lesquelles sont fixés des tubes en caoutchouc ; ces tubes passent d'abord sous le levier de clanchement E, puis l'un va aboutir au soufflet qui est mû par le mouvement de sonnerie de la pendule, l'autre destiné à prendre l'air de la mine, soit par une ouverture pratiquée dans une des parois de la boîte qui enveloppe l'appareil.

Les contacts sont distribués par un disque fixe sur la minuterie de la pendule.

Sur l'autre face nous avons à décrire :

1° L'appareil de clanchement des caoutchoucs.

Il se compose d'un électro-aimant recouvert d'un gros fil et d'une armature en fer doux en forme de ⊥ (T renversé), la branche horizontale du T est maintenue par deux pointes; lorsque le courant passe dans l'électro-aimant Y, cette pièce bascule et, par suite, entraîne son levier E, qui écrase les caoutchoucs reposant sur une plate-forme métallique N. Cette plate-forme n'est pas fixe. elle est articulée de façon à assurer le parallélisme de la tranche du couteau avec la plate-forme; ainsi les caoutchoucs se trouvent hermétiquement fermés. L'extrémité de ce levier E est taillée en biseau, elle appuie contre un cône en acier fixé sur l'armature à bascule de l'électro X

destiné au déclanchage, ce cône est abaissé par un ressort à boudin, figuré sur le dessin, qui assure en même temps l'éloignement de l'armature x de l'électro X.

Les caoutchoucs placés sous le levier E font ressort et tendent à l'écarter. Dans cette position, l'extrémité du biseau du levier se trouve placée vers le sommet du cône, mais lorsque le courant passe dans l'électro Y, le levier attiré soulève le cône, dépasse un peu sa base, et se trouve arrêté par l'effet de détente du ressort à boudin. Les caoutchoucs restent fermés jusqu'au moment où un des contacts de la pendule fermera le circuit de l'électro-aimant X destiné au déclanchage.

Avant de décrire le transmetteur, je dois m'arrêter un instant pour expliquer le principe de la méthode que j'emploie

Je me suis assuré par de nombreuses déterminations que les indications manométriques donnent des résultats tout à fait concordants lorsqu'on se place toujours dans les mêmes conditions, c'est-à-dire lorsqu'on tient exactement compte du temps pendant lequel le fil est maintenu au rouge vif, de la température de l'air ambiant et de la hauteur barométrique. J'ai pu constater ainsi que la hauteur barométrique exerce relativement peu d'action sur les résultats ; la température les influence davantage, mais dans des limites assez étendues pour qu'on puisse régler les appareils devant fonctionner dans des galeries de mine où la température ne présente pas de très grandes variations.

Je suppose que l'analyseur doive fonctionner dans une galerie où la température varie de 30 à 40°. Je règle alors pour une température moyenne de 35°. Pour atteindre ce but, je place le brûleur et son manomètre

dans une étuve à la température de 35° et je détermine la hauteur de la colonne mercurielle que donnera un mélange de 5 vol. de méthane pour 95 vol. d'air. Cette hauteur divisée par 5 donnera la hauteur correspondante à 1 °/₀ de méthane.

Je répète ensuite l'expérience avec 2, 4, 6, 8 °/₀ de gaz pour contrôler ma première détermination et fixer exactement la hauteur correspondant à 1 °/₀. Supposons cette hauteur de 8^{mm} à partir du 0 sur la tige du manomètre et de 8 en 8^{mm} je perce le tube avec un appareil spécial et je soude successivement 9 fils de platine qui pénètrent à l'intérieur de la tige du manomètre.

Le manomètre ainsi préparé est prêt à fonctionner avec son brûleur. (Chaque brûleur doit être réglé, car il est impossible de souffler à la lampe deux récipients présentant exactement la même capacité.)

Ces quelques détails suffiront à faire comprendre le fonctionnement de l'appareil transmetteur. La figure 1 fera bien comprendre le rôle de cet appareil.

Description du transmetteur (planche IV), fig. 2.

Les contacts sont donnés au moyen de fils de platine *a*, *b*, *c*, *d*, etc., fixés dans la paroi du tube du manomètre et traversant celle-ci, comme je viens de l'indiquer. Le mercure en contact permanent avec le pôle négatif de la pile par le fil x viendra pendant son ascension fermer le circuit successivement avec chacun de ces fils reliés à leur tour avec chacune des plaquettes métalliques a', b', c', d', etc., incrustées dans le disque en ébonite A mobile sur son axe.

Au départ, toutes les pièces de l'appareil sont dans la position indiquée par la figure 1. Au moment où le mer-

cure atteint le fil *a* le courant est lancé dans la plaquette *a'* et, par le ressort B, dans l'électro-aimant C; celui-ci, en attirant son armature et le levier D E F, fait avancer d'une dent la roue à rochet G et, avec elle, le disque A ; en même temps le prolongement H du levier DE vient en contact avec le ressort I et lance le courant dans la ligne au travers des deux parties en contact KL.

Le disque A pendant le mouvement de rotation qu'il vient de subir a déplacé la plaquette *a'* et *b'* est venue prendre sa place sous le ressort B. Le circuit fermé tout à l'heure par le fil *a* est ainsi coupé et ne sera fermé de nouveau que lorsque le mercure aura atteint le fil *b*.

Il est à remarquer que le mercure pourra osciller, redescendre même au-dessous de *a* pour l'atteindre de nouveau, il ne pourra plus fermer le circuit avec ce fil jusqu'à la fin de l'opération.

Le même mouvement se répète chaque fois que le mercure atteint un nouveau fil jusqu'au moment où le mouvement d'horlogerie distributeur des contacts viendra opérer l'ouverture des caoutchoucs par un courant que nous faisons passer dans l'électro-aimant M ; en réagissant sur son armature, il soulèvera les deux cliquets F et O. Le disque A devenu libre et sollicité par le poids P reviendra alors à sa première position arrêté par le butoir Q.

En même temps la ligne est coupée un instant en KL, de peur que le mercure après sa chute et avant de reprendre son niveau ne revienne en contact avec *a* ou *b*, etc..., par quelques oscillations rapides.

Le transmetteur, tel que je viens de le décrire, présente

des complications au point de vue de l'exécution. Je me suis arrêté au modèle représenté dans la figure 1, les plaquettes sont fixes, disposées en cercle et également incrustées dans de l'ébonite, tandis que le ressort B est maintenant fixé sur la roue à rochet. Le premier fil de platine du manomètre est en communication avec la première plaquette *a'*, le second avec la deuxième et ainsi de suite.

Le manomètre est disposé de façon à ce que le mercure ne puisse pas être projeté dehors au cas où le mélange serait détonant.

Voici maintenant quel est le mode de fonctionnement de l'appareil; le soufflet fonctionne deux fois à la demie, et quatre fois à l'heure; l'air de la mine est aspiré par le tuyau qui émerge de la caisse six fois, et refoulé six fois. Cette opération suffit largement pour renouveler l'air du petit brûleur; une minute environ après, le couteau qui est placé sur le bord du disque qu'entraîne la minuterie (voir le dessin de la pendule à droite de la planche II) vient buter contre un levier de platine et lui fait parcourir un arc de cercle en ivoire sur lequel se trouvent incrustés trois contacts de platine *1, 2, 3*. Le premier de courte durée ferme le circuit de la bobine Y, et enclanche les caoutchoucs ; le second lance le courant dans le fil de platine du brûleur A, ce second contact dure 15″, puis le levier met une minute pour atteindre le troisième contact que fait rougir de nouveau le fil pendant 15″. Le couteau placé sur le bord du disque lâche le levier qui, attiré par le ressort, vient buter contre son arrêt R ; il se trouve ainsi revenu à sa position première.

Le couteau n'atteint que 10 minutes après le second arc de cercle en ivoire; c'est pendant ce temps que fonc-

tionne le transmetteur, ce second arc de cercle est muni de deux contacts en platine. Le premier (5) ferme le circuit de la bobine X et opère le déclanchage des caoutchoucs; au lieu de couper la ligne en KL (planche IV), il est préférable d'utiliser le mouvement du fer doux de cet électro-aimant pour couper la ligne jusqu'à ce que le mercure du manomètre ait repris son niveau (planche IV, KL).

Le second contact (L) lance le courant dans l'électro M et ramène l'aiguille B au bord gauche de la première plaquette *a'*.

Je dois expliquer ici la raison pour laquelle je fais rougir le fil de platine deux fois pendant 15″ à une minute d'intervalle. Le fil porté subitement à une très haute température dilate instantanément les gaz renfermés dans le brûleur ; une partie de ce gaz échappe à la combustion étant refoulée dans le manomètre ; pendant la minute consacrée au refroidissement, les gaz qui avaient échappé à la combustion repassent dans le brûleur où la combustion s'achève presque entièrement.

En enclanchant le caoutchouc qui relie le brûleur au manomètre, on obtiendrait la combustion complète du gaz, en ne faisant rougir le fil qu'une fois ; mais on aurait à craindre la rupture du brûleur en présence d'un mélange qui serait détonant. C'est pour éviter un semblable accident que je laisse la communication libre entre le brûleur et le manomètre.

2° *Récepteur.*

Le récepteur de l'appareil est presque identique au transmetteur que je viens de décrire.

Les plaquettes portent les numéros de 1 à 9 et indiquent de 1 à 9 % de grisou. En doublant le nombre de ces plaquettes ou en les quadruplant ainsi que les fils de platine du manomètre, on pourrait facilement indiquer le $^1/_2$ ou le $^1/_4$ % si on le désirait.

Le récepteur est muni de contacts à cheville destinés, en cas d'absence ou de distraction, à faire fonctionner une sonnerie d'alarme continue lorsque la proportion du mélange gazeux aura atteint la limite que l'on ne veut pas dépasser.

Ce récepteur sera placé dans un bureau central, dans le cabinet de l'ingénieur par exemple, et de là il transmettra seul les indications partout où on le jugera nécessaire.

La remise au 0 du récepteur, après chaque analyse, est opérée automatiquement par l'intermédiaire d'une pendule placée près du récepteur.

L'appareil complet nécessite deux piles, l'une pour l'analyseur, l'autre pour le récepteur.

Indiquons, pour finir, quelles sont les dispositions à prendre pour faire fonctionner quatre appareils dans les différentes galeries d'une mine à l'aide d'un seul fil de ligne.

Il suffira pour cela que chaque pendule des analyseurs avance de $^1/_4$ d'heure l'une sur l'autre. Ainsi par exemple :

La première marquera 9 heures.

La deuxième indiquera la même heure au 15 minutes.

La troisième » » 30 »

La quatrième » » 45 »

La pendule régulateur du récepteur central opérera la remise au 0 tous les quarts d'heure ; pour cinq appa-

reils la remise au 0 se ferait toutes les 12 minutes ; c'est le maximum d'analyseurs que l'on peut installer à l'aide d'un seul fil.

On peut facilement combiner le récepteur avec un appareil enregistreur que je décrirai plus tard.

Mon méthanomètre automatique a été construit par M. de Meuron, habile électricien de Genève. Qu'il reçoive ici tous mes remerciements pour le concours empressé qu'il a bien voulu me prêter.

RECHERCHES

SUR

LA VÉGÉTATION

PAR

M. le prof. E. WARTMANN

---

§ 1. *Rôle de l'électricité atmosphérique.*

Depuis longtemps divers expérimentateurs, tels que Linné, Nollet, Bertholon, ont admis la possibilité d'une influence de l'électricité atmosphérique sur la végétation. Dans trois communications adressées en 1878 à l'Académie des sciences, M. Grandeau[1] a publié les résultats d'expériences instituées à Nancy, et qui l'ont porté à affirmer cette influence. L'année suivante, M. Ch. Naudin[2] a montré, par des observations poursuivies à Antibes, que les faits annoncés par M. Grandeau ne sont pas de nature à trancher la question, puisque ceux qu'il a constatés conduisent à des conclusions opposées. Volta était déjà du même avis.

J'ai eu jadis l'honneur d'être désigné par la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève, pour appliquer à des recherches de physiologie végétale un legs qu'elle tenait d'un de ses membres les plus illustres, le

[1] *Comptes rendus*, tome LXXXVII, pages 60, 265, 939 (1878).

[2] *Comptes rendus*, tome LXXXIX, page 535 (1879).

chimiste Théodore de Saussure. L'un des sujets dont je me suis occupé est précisément le problème soulevé à nouveau par MM. Grandeau et Naudin. Des expériences comparatives eurent lieu sur le versant sud du bastion de l'Observatoire astronomique et au milieu d'un emplacement réservé du Jardin botanique. Des balsamines et d'autres plantes succulentes, à croissance rapide, furent semées dans des conditions identiques d'exposition, d'humidité, de terreau, etc. Pour les unes, l'isolement électrique fut maintenu avec persévérance pendant leur développement. Les autres crurent dans le voisinage immédiat d'un réseau métallique terminé par un paratonnerre très élevé, sans qu'il pût être un obstacle à la lumière ou le siège d'actions chimiques. On prit comme témoins des graines semblables, enfouies dans le sol ou dans des vases non enterrés, hors du cercle d'action présumée des appareils. Or, bien que durant les mois de mai et de juin 1849, époque de ces expériences, les pluies d'orage aient été fréquentes et les phénomènes électriques dans l'air très marqués, *il ne s'est manifesté aucune différence notable* dans les phases successives du développement des plantes étudiées. Ce résultat fut communiqué à la Société dans sa séance du 6 décembre[1]. Il concorde entièrement avec celui auquel M. Naudin est parvenu trente ans plus tard.

§ 2. *Rôle de l'ozone.*

Je ne crois pas qu'on ait cherché si l'ozone qui existe normalement dans l'air exerce une influence sur la végé-

[1] Une note sur les courants électriques qui existent dans les végétaux a été publiée dans la *Bibliothèque Universelle*, tome XV, page 301 (1850).

tation. Pour commencer cette étude, je viens de faire l'expérience suivante.

Les deux moitiés d'une éponge neuve ont été placées dans des capsules de verre. Après les avoir imbibées d'eau, on y a semé des graines de cresson alénois (*Lepidium sativum*). Puis chaque capsule a été recouverte d'une cloche de cristal tubulée. L'une communiquait directement, par un tube de verre, avec l'air extérieur. L'autre prolongeait par sa tubulure un appareil d'Houzeau, actionné par une bobine de Ruhmkorff assez puissante, mise en activité par deux gros éléments de Bunsen. Les cloches, de même capacité et placées l'une à côté de l'autre, étaient mastiquées sur un fort plateau de chêne, dans l'embrasure intérieure d'une grande fenêtre prenant jour au NNE., et qui est demeurée close. Au moyen d'ouvertures percées dans le plateau, chaque cloche communiquait avec un aspirateur par l'extrémité d'un tube en T, en sorte que l'air y était renouvelé simultanément dans les mêmes proportions. La température du laboratoire où s'alimentait l'air à ozoner a varié de 12 à 15°. La température extérieure a été tantôt plus chaude, tantôt plus froide.

Sur chaque éponge, la germination a commencé à la même époque. Au sein de l'air ozoné, les tigelles paraissaient un peu moins fortes et plus contournées que dans l'autre cloche, où elles ont poussé un grand nombre de radicelles d'un blanc nacré. Mais la différence s'est bornée là. Les jeunes plantes ont pris bientôt la même vigueur, et le développement des tiges et des feuilles a paru très semblable. L'ozone, qui dès le début s'était manifesté sur des papiers réactifs, a blanchi les portions saillantes de l'éponge, moins humides que les autres. On a interrompu

deux fois l'aspiration pour renouveler la provision d'eau dans les capsules.

Le 24 mars, l'expérience qui avait duré quinze jours a été terminée. *L'ozone n'a pas d'influence sensible sur la germination et le premier développement végétal.*

§ 3. *Rôle de froids excessifs.*

Jusqu'ici, les observateurs n'avaient expérimenté que sur des semences presque toutes coriaces et de petit volume. Les essais de MM. Edwards et Colin, en 1834, avaient porté sur des graines de blé, d'orge, de seigle et de fève. Ceux que j'ai publiés en 1860 avaient été faits avec des graines de linaire, de clarkia, de némophile, de cresson, d'avoine, d'escholzia [1]. Récemment, MM. Casimir de Candolle et Raoul Pictet ont répété mes expériences sur des graines de chou, de moutarde, d'armoise, de sensitive, de silène, de jusquiame, de nigelle, de fenouil, de tabac, etc. [2].

Il m'a paru intéressant de les étendre à des semences plus succulentes et d'un plus grand volume.

Dans ce but, j'ai exposé pendant près de deux heures, à un froid d'au moins — 110°, de beaux marrons d'Inde recueillis l'automne dernier. J'avais eu soin de les envelopper chacun dans une mince feuille d'étain, afin d'empêcher que l'épiderme n'eût à souffrir du contact de l'éther sulfurique, formant pâte avec l'acide carbonique solide dans le vide pneumatique. Ces marrons ont été

[1] *Bibliothèque Universelle, Archives des Sciences*, tome VIII, page 277.

[2] *Archives des Sciences physiques et naturelles*, tome II, pages 354 et 629 (1879).

mis en terre le 19 janvier dernier. *Ils ont germé et se sont développés identiquement comme ceux qui, provenant de la même récolte, n'avaient pas été soumis à l'épreuve du refroidissement.*

Ainsi, la résistance des graines à l'effet des plus grands froids connus paraît être un phénomène général.

LA

DISTILLATION ET LA RECTIFICATION

DES

ALCOOLS

PAR L'EMPLOI RATIONNEL DES BASSES TEMPÉRATURES

PAR

M. Raoul PICTET.

Le problème industriel de la *rectification* des alcools est entièrement basé sur les propriétés des liquides volatils, sur les lois des tensions maxima des vapeurs de ces liquides et sur l'influence de la *température* sur ces différents éléments qui se trouvent en présence dans un alambic.

Ce problème est éminemment complexe, si l'on veut suivre dans leurs moindres détails tous les phénomènes qui se succèdent dans une colonne rectificatrice, phénomènes qui sont liés l'un à l'autre par une chaîne continue d'influences réciproques.

Afin que les nouvelles applications de la théorie mécanique de la chaleur puissent être facilement comprises, nous allons diviser ce problème en une série de propositions que nous examinerons séparément et dont l'ensemble constitue dans ses traits généraux la rectification méthodique des liquides.

1° *Connaissant les tensions maxima de l'eau pure et de l'alcool pur, peut-on calculer directement la tension des vapeurs d'un mélange quelconque d'alcool et d'eau ?*

Oui, on peut calculer cette tension par la formule générale dont nous avons donné l'analyse précédemment, si toutefois on fait intervenir l'affinité de l'eau pour l'alcool qui augmente la valeur de la *chaleur latente totale* d'évaporation du liquide. Les résultats du calcul sont entièrement confirmés par l'expérience.

On constate ainsi les lois suivantes :

a. *Pour une température quelconque, la tension maximum des vapeurs d'un mélange d'eau et d'alcool est toujours comprise entre celle de l'eau pure et celle de l'alcool pur.*

b. *La tension des vapeurs d'un mélange d'eau et d'alcool se rapproche d'autant plus de la tension de l'alcool que le titre du mélange est plus élevé, et réciproquement, si c'est l'eau qui est en excès, la tension des vapeurs se rapproche de la tension des vapeurs d'eau.*

c. *Les courbes des tensions maxima des vapeurs formées par tous les mélanges d'alcool et d'eau sont représentées par la même formule générale, dont un facteur seulement est fonction du titre de la solution alcoolique.*

Il résulte donc de ces lois que l'on peut déterminer avec la plus grande exactitude le titre d'une solution contenant de l'alcool et de l'eau, si l'on connaît la tension des vapeurs qu'elle émet à une certaine température.

Ces indications sont confirmées par l'alcoomètre centésimal.

On voit également que, pour ces solutions d'alcool et d'eau, les *lois de Dalton sont complètement en défaut*, puisque la pression totale des vapeurs n'est jamais égale à la somme des tensions des deux liquides eau et alcool.

2° *Étant donnée une solution d'eau et d'alcool mélangés en volumes égaux, quelle sera la qualité des vapeurs émises par ce mélange?*

En d'autres termes, est-ce que les vapeurs qui s'échappent d'un mélange défini d'eau et d'alcool contiennent, elles aussi, des volumes de vapeur d'eau et d'alcool dans le même rapport que les liquides?

Nous avons trouvé les lois suivantes :

d. *La qualité des vapeurs émises par un mélange d'eau et d'alcool varie suivant le titre de la solution, mais n'est pas en rapport simple avec ce titre.*

e. *La qualité des vapeurs émises par un mélange défini d'eau et d'alcool varie suivant la température.*

f. *Pour une même solution d'alcool et d'eau, c'est aux basses températures que les vapeurs émises par le mélange contiennent la plus forte proportion d'alcool.*

g. *Plus la température s'élève, plus les tensions des deux liquides tendent à s'égaliser.*

Nous avons pu vérifier expérimentalement ces différentes lois et trouver une confirmation intéressante de notre formule générale des tensions maxima. Voici comment :

Prenons dans une éprouvette une solution à 50 °/₀ d'alcool et d'eau. Plongeons cette éprouvette dans de l'eau ayant 20 degrés centigrades et mettons la capacité intérieure en communication hermétique avec la cloche d'une pompe pneumatique à mercure.

Nous vaporisons à 20° une certaine quantité de liquide dont les vapeurs envahissent la capacité connue de la pompe.

Un manomètre permet de suivre constamment la pression des gaz à l'intérieur ; cette pression doit être

constante si l'on a soin d'agir sur une masse suffisante de liquide et avec une vitesse modérée.

Quand la capacité de la pompe à mercure est pleine de vapeurs, on ferme la communication qui la relie avec l'éprouvette contenant le mélange, et l'on établit une nouvelle communication avec une seconde éprouvette, semblable à la première plongée dans la même eau à 20°. On a eu soin au préalable de faire le vide complet dans cette éprouvette.

En faisant remonter le mercure dans la capacité qu'il occupait précédemment, on oblige les vapeurs à se condenser dans la seconde éprouvette à la même température que celle à laquelle elles se sont formées.

On constate de suite une élévation de pression marquée au manomètre. De plus, le titre de l'alcool condensé s'est élevé très sensiblement.

Si, au lieu de faire condenser ces vapeurs dans la seconde éprouvette, on laisse la première communication ouverte, les vapeurs se recondensent dans la première éprouvette *sans aucune élévation de pression ;* on ne voit pas la moindre trace de liquide se former dans la seconde éprouvette.

C'est donc à *l'action spécifique* de l'eau sur les vapeurs d'alcool que l'on doit attribuer cette différence de pression dans les deux expériences précitées.

Or, nous pouvons calculer la différence de travail de la pompe à mercure dans les deux cas et rapporter à 1 kilogramme de liquide condensé cette différence de travail mécanique représentée en kilogrammètres. Ce qui est remarquable, c'est que cette différence est absolument *l'équivalent* de la chaleur dégagée quand on remélange ensemble le liquide condensé et le liquide ancien ; il y

a identité complète. Ainsi l'affinité de l'eau pour l'alcool modifie la tension des vapeurs qui se forment ou se condensent sur la surface libre du mélange; les deux phénomènes sont étroitement liés par la loi de l'*équivalence.*

Il résulte de toutes les lois physiques précitées qu'en disposant convenablement des tensions des vapeurs d'un mélange d'eau et d'alcool et de la température du liquide, on pourra obtenir *un liquide au titre voulu* par la condensation de ces vapeurs.

3° Il était également indispensable de s'assurer d'un fait important : Lorsque l'on abaisse considérablement la température d'un liquide comme l'alcool, est-ce que la distillation d'un poids donné de cette substance pourra s'effectuer *suffisamment rapidement* pour les besoins industriels? Pourra-t-on en une heure distiller de 1 à 10 ou 20 hectolitres d'alcool aussi bien qu'aux températures élevées?

L'expérience répétée sur une foule de liquides volatils a démontré les lois suivantes :

Si l'on introduit un liquide volatil dans un appareil composé de deux ballons réunis par une large communication, et si l'on maintient ces deux ballons à des températures différentes *après avoir purgé d'air tout l'instrument,* le liquide distille du ballon le plus chaud dans le ballon le plus froid et l'on constate :

h. *Que le poids du liquide qui distille dans l'unité de temps augmente avec l'écart de température entre les deux ballons.*

i. *Que le poids du liquide qui distille dans l'unité de temps est constant pour un même écart de température entre les deux ballons, quelle que soit du reste la température absolue des ballons.*

k. *Le poids du liquide distillé dans l'unité de temps est proportionnel aux surfaces actives des ballons, c'est-à-dire aux surfaces qui sont le siège de passage de chaleur à travers leur épaisseur.*

l. *La moindre trace de gaz étranger aux vapeurs laissé dans l'appareil perturbe entièrement les lois précédentes et gêne considérablement la distillation, surtout aux températures basses.*

Ainsi, de l'eau distillant entre 100° et 60° passera avec la même vitesse que de l'eau distillant entre 40° et 0°. La température absolue est complètement sans influence, à condition de se débarrasser de toute trace d'air ou de gaz étranger.

L'appareil distillatoire devra être muni d'une pompe pneumatique excellente capable de résister à toutes les rentrées d'air qui sont inévitables en pratique.

Voici l'application industrielle que nous avons cherché à faire de ces vues théoriques :

La rectification des alcools est une opération des plus complexes, elle vise plusieurs résultats simultanément :

L'alcool provenant de la fermentation des grains, du sucre, et en général de toute matière amidonnée, contient une foule innombrable de produits divers ; on peut les classer sous quatre chefs principaux.

1° Essences empyreumatiques, caractérisant la provenance de l'alcool. Ces essences sont des huiles à odeur puissante qui infectent la masse totale des flegmes ;

2° Une quantité considérable d'eau ;

3° Une certaine quantité d'alcool pur ;

4° Une proportion variable de substances volatiles composées en majeure partie d'éthers, d'alcools divers et de corps encore mal définis, provenant de l'action de

l'oxygène de l'air sur les flegmes. Ces derniers corps altèrent la qualité des alcools avec un *timbre de goût* tout différent des huiles essentielles.

La rectification a pour objet de sortir le n° 3 tout seul, c'est-à-dire d'extraire l'alcool pur en le débarrassant des huiles, de l'eau et des éthers et alcools étrangers.

L'industrie ne réalise jamais cette opération d'une manière absolument complète.

Tous les appareils rectificateurs fonctionnant aujourd'hui sont basés sur l'emploi des hautes températures variant entre 78° $^1/_2$ et 100 degrés. La condensation et la vaporisation successives des vapeurs qui sortent des flegmes, opèrent dans les *colonnes rectificatrices* une séparation partielle de ces liquides et l'on reçoit successivement comme produit de la rectification :

1° des alcools *mauvais goût de tête,* contenant la plupart des éthers et des alcools impurs;

2° le *ventre* ou alcool fin ;

3° la *queue,* ou alcools compromis par des proportions notables d'huiles empyreumatiques.

L'industrie ne connaît qu'un moyen pour obtenir des produits excellents : diminuer le *ventre* au profit de la *tête* et de la *queue,* c'est-à-dire diminuer la quantité d'alcool fin sorti d'une même masse de flegmes et faire un grand nombre de distillations successives.

De là les frais considérables de rectification qui donnent aux alcools fins une plus-value très importante parfaitement motivée.

Ajoutons en passant que l'action toxique des alcools de commerce est en grande partie causée par la présence des huiles essentielles de l'alcool amylique et des éthers; l'alcool absolument pur étant innocent relativement à ces autres corps.

Pourquoi les appareils actuels ne peuvent-ils pas donner de bons résultats pour la rectification des alcools? Parce qu'ils sont limités par la température à laquelle ils doivent opérer. Entre 78 et 100 degrés la tension des vapeurs de tous les liquides mélangés dans les flegmes est considérable pour chacun d'eux; ils passent donc tous en certaines proportions dans le travail de la rectification.

Nous avons été conduit, par l'examen de la question théorique, à constater que c'est aux basses températures que la proportion d'alcool qui s'évapore d'un mélange est maximum, donc nous devons chercher à établir un dispositif qui puisse réaliser les conditions suivantes:

1° Rendre variable à volonté la température du liquide bouillant;

2° Rendre variable la pression des vapeurs qui agissent sur le liquide.

Ainsi pour opérer la rectification de l'alcool, il suffit de provoquer son ébullition à de très basses températures et d'entretenir cette ébullition sans changer ces températures une fois obtenues.

C'est exactement ces deux conditions que nous avons remplies dans les appareils que nous venons d'installer dans notre usine de la rue des Immeubles-Industriels à Paris.

Ils réalisent par leur dispositif, représenté dans la planche V, un système mécanique permettant la rectification des alcools jusqu'à des températures atteignant 40 et même 50 degrés de froid.

Ils vérifient expérimentalement par leur marche les déductions théoriques qui précèdent.

Les chaudières (A); qui dans l'industrie peuvent être

plus nombreuses, reçoivent les flegmes provenant des distilleries des campagnes avoisinant l'usine.

On peut même introduire directement dans ces chaudières les *vinasses* ou les *moûts*, c'est-à-dire les liquides tels qu'on les obtient par la fermentation alcoolique.

Au-dessus de ces chaudières, s'élève une *colonne à rectification* (B) composée de plateaux superposés déversant les uns sur les autres.

La colonne à rectification est surmontée d'un condenseur tubulaire servant à provoquer la rétrogradation de la première condensation opérée par un courant d'eau alimenté par le réservoir qui est placé au-dessus.

A la sortie de ce condenseur, les vapeurs qui ont échappé à la condensation passent dans le réfrigérant (C) où elles sont totalement condensées par un courant d'eau suffisant qui se rend au réservoir supérieur.

Les premiers produits obtenus contiennent des éthers, des alcools impurs, que l'on appelle *goûts de tête,* et on les loge dans le réservoir (E). La manœuvre des robinets donne à ce service une grande simplicité.

Lorsque les premiers produits sont introduits dans le réservoir, on constate par la dégustation que les bons goûts passent et on envoie le liquide produit dans la deuxième chaudière (F).

Une vanne, commandée par une vis à pas très fin, établit la communication entre le réfrigérant (C) et la seconde chaudière (F). Nous verrons plus loin l'office de cette vanne.

Cette première rectification se fait dans le vide, car un système de conduits métalliques relie tout l'appareil à une pompe pneumatique (O). On peut donc régler d'avance

la température à laquelle les liquides entreront en ébullition dans les chaudières (A A).

Suivant la nature des produits à rectifier, on marchera avec un vide plus ou moins considérable. C'est la pratique seule qui guidera le distillateur dans cette voie.

On reçoit des produits *bon goût* dans la chaudière n° 2 (F), et là les liquides sont soumis à l'action d'un vide presque absolu. Ainsi que nous l'avons dit, leur température s'abaisse immédiatement et spontanément. Les vapeurs qui sortent de ce liquide contiennent presque uniquement de l'alcool pur.

Les autres substances qui ont passé dans la première distillation n'émettent plus de vapeurs aux températures comprises entre 10 degrés de froid et 5 degrés de chaud, indiquées par un thermomètre plongeant dans la chaudière (F).

Ces vapeurs, purifiées par cette ébullition à basse température, montent dans une seconde colonne à rectification (G) qui aboutit au réfrigérant (H), rempli d'anhydride sulfureux liquide. Ce réfrigérant est semblable à ceux que nous employons dans nos appareils frigorifiques à *anhydride sulfureux.*

Sous l'action d'une pompe spéciale (M), ce liquide produit et maintient une température constante de 25 à 50 degrés de froid dans ce réfrigérant.

Les vapeurs d'alcool s'y condensent à cette basse température et l'alcool liquide froid s'écoule dans la partie inférieure du réfrigérant.

Grâce à un robinet de retour, une partie de ce liquide retombe sur les plateaux de la colonne (G) et descend en sens inverse des vapeurs qui montent. L'autre partie du liquide obtenu s'écoule dans le réservoir (K), au début

de l'opération et dans le réservoir bon goût (L), pendant tout le reste de la rectification.

La machine à glace entretient à elle toute seule les deux opérations.

En effet, l'échappement de la machine à vapeur qui actionne la pompe à anhydride sulfureux est dirigé dans un serpentin qui circule dans la première chaudière (A) et le réfrigérant (H) de la machine frigorifique entretient la seconde rectification provoquée au-dessous de la température ambiante, rectification qui, par ce fait, se produit sans nécessiter aucune combustion de charbon. Il suffit de faire passer dans le serpentin de la chaudière le courant d'eau qui sort du condenseur de la machine frigorifique.

Nous avons donc deux résultats, deux opérations semblables, toutes deux alimentées par le jeu d'une seule machine. De plus, ces deux opérations se font *dans le vide*, et nous savons que, dans ces conditions, elles se produisent à plus basses températures. Par ce fait également le poids de l'eau que l'on doit évaporer diminue d'autant.

Or, 1 kilogramme d'eau demande 636 calories pour passer de l'état liquide à l'état gazeux, tandis que 1 kilogramme d'alcool n'exige que 230 calories pour se vaporiser.

Ainsi, tout abaissement de température dans la rectification a pour corollaire immédiat une importante économie de combustible, justifiée par la diminution du *rayonnement* et par la moindre quantité d'eau à distiller.

Entre les chaudières (A) où l'on maintient une température voisine de 50 à 60 degrés de chaud, et le réfrigérant (H) à anhydride sulfureux où l'on obtient facilement de 30 à 40 degrés de froid, on dispose d'un écart de

température de près de 100 degrés, différence gigantesque, comparée à celle dont on peut se servir dans les appareils ordinaires. Grâce à ce facteur puissant, maniable à volonté, on peut retirer directement de l'appareil des alcools marquant 98 et 99 degrés à l'alcoomètre centésimal.

Ces résultats sont inabordables par les moyens usuels.

Nous avons constaté également qu'aux basses températures l'ébullition de l'alcool est aussi active que près de 100 degrés.

Pour un même écart de température entre la chaudière et le réfrigérant, le poids d'alcool qui distille dans une heure est constant.

Ainsi, par le jeu de la vanne (D), il est facile de laisser passer dans la seconde chaudière tout le liquide condensé dans le premier réfrigérant. On alimente exactement la seconde rectification, qui se fait sous un vide plus complet. Cette vanne a donc pour mission de laisser passer le liquide et de couper cependant la pression, de manière à établir une double cascade de température dans tout l'appareil ; de 60 degrés à 20 degrés dans la première opération, de 0 à 40 degrés de froid dans la seconde.

Nous pouvons ajouter que le réglage de cette vanne est extrêmement facile à cause de la vis qui la commande.

Pour résumer les avantages commerciaux que ces procédés apportent, nous dirons qu'ils réalisent les desiderata suivants :

1° Avec les frais *d'une seule distillation* on a fait d'un seul coup distillation et rectification, donc *une seule dépense* pour *deux résultats ;*

2° Avec *une opération* à basse température on obtient des produits presque impossibles à avoir même par un

nombre indéfini de rectifications à haute température, la température ayant une *valeur intrinsèque* dans l'opération. De là économie importante dans le prix de la rectification ;

3° Les alcools obtenus *sont sains* et peuvent sans danger être mis dans le commerce ;

4° La qualité supérieure donne à ces alcools une plus-value qu'il est difficile de chiffrer, mais qui est très notable ;

5° Toute l'opération se faisant en vase clos, les déchets sont *absolument nuls ;* ils représentent 5 °/₀ d'économie sur les procédés ordinaires ;

6° Pour la même raison, les dangers d'incendie sont presque nuls ;

7° La manutention de l'usine et le service se font entièrement par la pression des gaz, il n'y a que des robinets à tourner pour faire toutes les manœuvres intérieures, vider et remplir les tonneaux, etc., etc. De là économie de personnel.

CONSIDÉRATIONS

SUR

L'ÉTUDE DE LA PHYLLOTAXIE

PAR

M. C. DE CANDOLLE

(Suite [1].)

II

CONDITIONS GÉOMÉTRIQUES

Nous venons de reproduire les diverses opinions émises par les nombreux auteurs qui se sont occupés de la phyllotaxie à un point de vue général. On a déjà dû s'apercevoir que nous sommes peu partisan du système qui consiste à attribuer aux actions mécaniques un rôle prépondérant dans la disposition des organes latéraux. Sans doute, il existe, dans les tissus en voie d'accroissement, des tensions variables et temporaires, dues à la turgescence des cellules; mais nous ne voyons aucun indice de pressions ou de tractions résultant de l'accroissement lui-même, et capables de modifier les distances angulaires des insertions. Lorsqu'il se produit des actions

[1] Pour la première partie de ce travail, voyez plus haut p. 260, nº du 15 mars 1881.

de ce genre, ce qui n'a guère lieu que dans les dernières phases du développement des tiges, il en résulte une torsion ou déformation de leur masse entière, et non pas des déplacements relatifs de leurs parties. Aussi longtemps qu'une pousse, en se développant, conserve sa forme symétrique, c'est que l'accroissement de ses tissus a lieu symétriquement autour de son axe de figure, et les organes latéraux, qu'elle porte, ne se déplacent que longitudinalement suivant des lignes méridiennes, ou transversalement suivant le rayon de la section perpendiculaire à l'axe; deux modes de déplacement qui n'altèrent en aucune façon les distances angulaires de ces organes, bien qu'ils modifient considérablement leur disposition apparente sur la surface d'insertion. Il y a plus, et nous montrerons que la simple considération du rapport numérique, entre l'allongement de l'axe et celui du rayon, ainsi que les variations de ce rapport, suffisent pour rendre compte des diverses dispositions observées dans la nature. Nous commencerons par envisager de simples points mathématiques, symétriquement répartis sur une surface de révolution, et nous établirons les relations geométriques qui relient nécessairement entre elles les positions relatives de ces points. En les regardant, ensuite, comme les centres d'insertions réelles, occupant des espaces déterminés, nous devrons retrouver entre celles-ci les mêmes relations de positions, pourvu, toutefois, que la surface sur laquelle elles se trouvent soit suffisamment comparable à une surface de révolution; ce qui est habituellement le cas dans la nature.

Envisageons des points marqués sur une surface cylindrique indéfinie, et supposons qu'ils y soient répartis, en tous sens, avec une parfaite symétrie; de telle sorte

que leur groupement, dans chaque direction, soit absolument le même, à partir de l'un quelconque d'entre eux arbitrairement choisi comme origine. Il faut, pour cela, que le réseau dessiné par les lignes de plus courte distance entre ces points, soit formé d'une seule espèce de mailles, toutes triangulaires ou, au plus, quadrangulaires. Si, en effet, les mailles de ce réseau avaient la forme de polygones de plus de quatre côtés, les points ne se succéderaient pas à égale distance les uns des autres dans toute direction. Il y aurait des lignes le long desquelles ces distances seraient variables, puisque les directions des côtés égaux de ces polygones ne seraient pas toujours situées sur le prolongement les unes des autres.

Afin de faciliter l'exposition de ce qui va suivre, nous désignerons dorénavant ces points sous le nom d'*insertions,* terme qui leur conviendra encore mieux, par la suite, lorsqu'il s'agira de la disposition des organes eux-mêmes.

Cela dit, il est évident que toute ligne spirale unissant l'insertion d'origine à l'une quelconque des autres, et prolongée au delà, sous la même inclinaison, passera successivement par une série d'insertions équidistantes, ayant toutes cette même spire pour lieu géométrique. On conçoit ainsi une infinité de spires, lieux géométriques d'insertions équidistantes, et dirigées en tous sens autour de celle qui est prise comme point de départ. Toute autre insertion pourra être considérée comme placée à l'intersection de spires, dont chacune sera parallèle à l'une de celles qui passent par l'origine adoptée. Il en résulte que des insertions, symétriquement réparties sur une surface cylindrique, paraîtront toujours être groupées sur des systèmes de spires parallèles entre

elles et dirigées les unes à droite (*dextrorsum*), les autres à gauche (*sinistrorsum*)[1].

A chaque système de spires dirigées dans un sens correspond un autre système de spires dirigées en sens inverse, et dont toutes les insertions du premier système font partie. En d'autres termes, toute insertion est un point d'intersection de deux spires de sens opposés.

L'étude du groupement d'insertions symétriquement réparties sur une surface cylindrique se ramène, par conséquent, à l'examen du problème suivant :

ÉTANT DONNÉES SUR UN CYLINDRE, DES INSERTIONS DISPOSÉES DE MANIÈRE A FIGURER, EN DEUX SENS OPPOSÉS, DEUX SYSTÈMES DE SPIRES PARALLÈLES ET ÉQUIDISTANTES, TROUVER LA LOI QUI PRÉSIDE A LA DISPOSITION RELATIVE DE CES INSERTIONS PAR RAPPORT A L'UNE D'ELLES ARBITRAIREMENT CHOISIE POUR ORIGINE[2].

Cet énoncé est, comme on le voit, indépendant de toute notion de développement, ainsi que de l'hypothèse d'une spire unique embrassant à la fois toutes les insertions. Pour abréger, nous appellerons dorénavant : *nombre secondaire* d'un système de spires, le nombre de celles qui composent ce système et nous désignerons ces spires elles-mêmes sous le nom de *spires secondaires*.

M et N étant les nombres secondaires relatifs à deux systèmes de sens opposés, il y a, tout d'abord, deux cas à distinguer, selon que ces nombres ne sont pas, ou selon qu'ils sont premiers entre eux.

[1] Dans le présent écrit, les expressions *droite* et *gauche* se rapporteront toujours à l'observateur regardant le cylindre ou la surface quelconque dont l'axe de révolution est supposé vertical.

[2] Voir L. et A. Bravais : *Essai sur la disposition des feuilles curvisériées*, p. 5.

Supposons que la surface cylindrique ait été déroulée sur un plan, ainsi que dans la figure 1 (Pl. VI).

La ligne AB représentera la circonférence de la section transversale du cylindre, faite par l'insertion A, choisie comme origine, et avec laquelle le point B coïncide sur la surface cylindrique. Les droites AC et BD, qui se confondent sur le cylindre, limitent tout le développement de cette surface et comprennent entre elles deux séries de droites parallèles et équidistantes. Celles-ci ne sont autres que les spires secondaires de sens inverses, visibles sur le cylindre, et dont les intersections correspondent aux insertions. Chacune de ces deux séries de droites intercepte donc sur AB une suite de segments égaux. Or, on démontre facilement que :

1° *Si les nombres* M *et* N *de ces deux séries de droites ne sont pas premiers entre eux, il existe sur la ligne* AB[1] *un nombre d'intersections de spires, soit un nombre d'insertions, égal au plus grand commun diviseur de* M *et de* N.

2° *Si les nombres secondaires* M *et* N *sont premiers entre eux, l'insertion* A *est la seule qui se trouve sur la ligne* AB[2].

[1] En effet, soit k l'un quelconque des diviseurs commun de M et N; l et m désignant deux nombres entiers, on doit avoir : $\frac{M}{k} = l$, $\frac{N}{k} = m$; et comme les longueurs des segments interceptés sur AB par les deux séries de droites sont alors respectivement $\frac{AB}{lk}$ et $\frac{AB}{mk}$, on voit que l'on a : $l \times \frac{AB}{lk} = m \times \frac{AB}{mk} = \frac{AB}{k}$; ce qui exprime que l segments de l'une des séries forment la même longueur que m segments de l'autre série, et que cette longueur est elle-même comprise k fois dans AB. Or, ce nombre k est au plus égal au plus grand commun diviseur de M et N.

[2] En effet, si M et N sont premiers entre eux, c'est que l'unité est leur plus grand commun diviseur. Il est à remarquer que les

Maintenant, la position de A étant tout à fait arbitraire, les deux propositions précédentes sont également et simultanément vraies pour toutes les autres insertions. De là résulte que :

1° Si les nombres secondaires de deux systèmes de spires inverses, embrassant les mêmes insertions, ne sont pas premiers entre eux, c'est que ces insertions sont disposées de manière que plusieurs d'entre elles se trouvent comprises dans une même section transversale du cylindre. On dit alors qu'elles sont disposées en *verticilles;* et le nombre des insertions formant chaque verticille est égal au plus grand commun diviseur des deux nombres secondaires.

2° Si les nombres secondaires sont premiers entre eux, il n'y a jamais qu'une seule insertion dans une même section transversale ; ou, en d'autres termes, elles sont toutes situées à des hauteurs différentes. Dès lors, on peut concevoir l'existence d'une *spire fondamentale* passant successivement par toutes les insertions dont elle est le lieu géométrique. D'ailleurs, la symétrie parfaite, que nous avons supposée d'emblée, dans le groupement des insertions, exige que celles-ci soient équidistantes sur cette *spire fondamentale.* Et puisqu'elles sont insérées sur une surface de révolution, leur distance angulaire par rapport à l'axe du cylindre autour duquel s'enroule cette spire, distance que nous nommerons la *divergence fondamentale* sera aussi constante.

deux cas considérés s'excluent absolument l'un par l'autre, en sorte que, bien que les systèmes de spires possibles soient en nombre infini, les mêmes insertions, de quelque manière qu'on les combine, ne peuvent donner lieu qu'à des couples de systèmes de sens opposés dont les nombres secondaires sont tous premiers entre eux ou ont tous des diviseurs communs.

Ce second cas étant plus simple que le premier, c'est par son étude que nous commencerons ; et nous admettrons donc que toutes les insertions se trouvent réparties, à égale distance les unes des autres, le long d'une même ligne spirale.

Supposons, pour fixer les idées, que cette spire fondamentale s'enroule autour du cylindre dans une direction constante, par exemple de gauche à droite, avec une inclinaison uniforme. Imaginons que l'on ait numéroté toutes les insertions, dans l'ordre suivant lequel elles se succèdent sur cette spire, et à partir de l'une quelconque d'entre elles.

Appelons *nombre encyclique*[1] d'une insertion quelconque n, le nombre de fois que la spire fondamentale rencontre la ligne spirale qui, sur la surface, joint l'insertion d'origine o à la n^{ième}, avant d'atteindre celle-ci.

D'une manière générale, nommons : angle de divergence, ou simplement *divergence* d'une insertion relativement à une autre, la distance angulaire de ces deux insertions, mesurée par l'arc qu'interceptent sur la circonférence de la section transversale du cylindre, deux plans menés suivant l'axe de cette surface et par les deux insertions considérées. La *divergence fondamentale* sera celle de deux insertions qui se succèdent sur la spire fondamentale, et la *divergence secondaire* celle de deux insertions consécutives d'une même spire secondaire.

Si nous désignons par δ_1 la divergence fondamentale, par $\delta_2, \delta_3 \ldots, \delta_n$ les divergences secondaires des deuxième, troisième, n^{ième} insertions, enfin par Δ_2, Δ_3 Δ_n les nom-

[1] Cette expression, ainsi que les suivantes, est empruntée à l'ouvrage des frères Bravais, déjà cité.

bres encycliques de ces insertions, il existera toujours entre ces quantités la relation suivante :

$$n.\ \delta_1 = \Delta_n \pm \delta_n \qquad (1)$$

δ_n étant pris positivement ou négativement selon que l'insertion n, que l'on considère, se trouve à droite ou à gauche d'une génératrice du cylindre, passant par l'origine o.

Cette équation peut s'écrire aussi :

$$\delta_1 = \frac{\Delta_n}{n} \pm \frac{\delta_n}{n} \qquad (2)$$

En sorte que la fraction $\frac{\Delta_n}{n}$ ayant pour numérateur un nombre encyclique et pour dénominateur le nombre secondaire correspondant, fournira une valeur approchée de la divergence fondamentale, dont elle différera d'autant moins que la divergence secondaire δ_n sera moindre et le nombre secondaire plus grand.

Toute spire, autre que la fondamentale, et dont la divergence secondaire serait, par exemple, δ_n passerait successivement par les numéros $o, n, 2n, 3n$...., etc. De même, les insertions $1, n+1,\ 2n+1,\ 3n+1$...., etc., se succéderaient le long d'une autre spire secondaire parallèle à la précédente. On en pourrait dire autant de $2, n+2,\ 2n+2$...., etc. Et, en général, il est clair que toutes les insertions de o à n pourront être considérées comme réparties sur n spires secondaires de divergence secondaires δ_n.

Imaginons maintenant que l'on puisse, à volonté, transporter chaque insertion le long de la génératrice corres-

pondante du cylindre, c'est-à-dire dans le sens longitudinal. En les déplaçant ainsi toutes simultanément, de manière que la distance longitudinale de deux insertions quelconques, qui se suivent sur la spire fondamentale, augmente ou diminue d'une même quantité, on pourra faire varier le degré de condensation, soit le nombre des insertions comprises dans l'unité de surface ou, ce qui revient au même, l'inclinaison de la spire fondamentale, sans altérer la divergence fondamentale ni les divergences secondaires.

Dans ce cas, si la condensation augmente, on verra apparaître des spires secondaires d'ordres de plus en plus élevés, c'est-à-dire des spires dont les nombres secondaires sont de plus en plus grands. Ce sont celles dont les divergences secondaires vont en décroissant.

De même, si l'on faisait varier le rayon de la section transversale du cylindre, en supposant que chaque insertion soit transportée le long du rayon correspondant, sans subir de déplacement longitudinal, on pourrait encore modifier la condensation sans changer les divergences. Mais la condensation variant alors en raison inverse du rayon, l'effet du déplacement transversal, sur les spires secondaires, serait précisément le contraire de celui que produisait le déplacement longitudinal. Leur inclinaison, par rapport à l'axe, augmenterait, en effet, à mesure que la condensation diminuerait. On conçoit donc que, dans le cas où ces deux genres de déplacements ont lieu simultanément, l'ordre de succession des spires secondaires dépend du rapport existant entre eux. Si ce rapport est égal à l'unité, l'inclinaison des spires des divers ordres ne change pas et la disposition des insertions reste la même. Lorsque le déplacement longitudinal l'emporte

sur le transversal, l'inclinaison des spires augmente et l'inverse a lieu si c'est le déplacement transversal qui prédomine.

Parmi tous les systèmes de spires que l'on peut concevoir, les plus apparentes seront naturellement celles qui passent par les insertions les plus rapprochées les unes des autres sur la surface du cylindre; ce qui dépendra, à la fois, de l'inclinaison de la spire fondamentale, et de la valeur des divergences secondaires dans chaque système de spires.

Si la spire fondamentale est très peu inclinée, par rapport à l'axe du cylindre, il pourra arriver que certains numéros soient beaucoup plus rapprochés, en distance absolue, sur la surface, que d'autres dont la divergence secondaire est moindre, mais dont l'éloignement dans le sens longitudinal est plus grand. Inversement, la spire fondamentale étant très inclinée, c'est-à-dire très condensée sur elle-même, des insertions fort distantes sur cette spire, par conséquent ayant des numéros d'ordre très différents, pourront être plus rapprochées, sur la surface, que d'autres situées au-dessous d'elles sur la spire fondamentale.

Deux cas peuvent se présenter relativement à la valeur de la divergence fondamentale :

1° Si cette divergence est un angle commensurable, la spire fondamentale finit toujours, après avoir décrit autour du cylindre un certain nombre de tours entiers, par rencontrer une insertion située exactement au-dessus de celle qui a été prise pour origine. Il existe alors un système de rangées parallèles à l'axe du cylindre et sur lesquelles la divergence secondaire des insertions successives est nulle. Ces lignes droites, qui compren-

nent entre elles toutes les insertions, se désignent habituellement, en langage botanique, sous le nom d'*Orthostiches*. Leur nombre est évidemment égal au quotient de la division de 360° par la divergence fondamentale. Ce nombre se déduit de l'équation (1) en y faisant $\partial n = o$ et $\Delta n = 360°$. Ces orthostiches deviennent visibles lorsque la spire fondamentale présente un certain degré d'inclinaison, et il n'existe aucun système de spires secondaires pouvant devenir plus apparentes, si cette inclinaison augmente. Mais si elle diminue, les autres systèmes de spires secondaires apparaissent successivement, dans l'ordre même de leurs divergences secondaires décroissantes.

2° Le second cas à envisager est celui où la divergence fondamentale est incommensurable. Il n'y a alors aucune superposition exacte des insertions; mais il n'en existe pas moins, encore, une infinité de systèmes de spires secondaires, d'autant moins inclinées, qu'elles réunissent des insertions dont les numéros d'ordre sont plus différents. Dans l'un et l'autre des deux cas que nous venons d'indiquer, on conçoit sans peine que les spires secondaires les plus redressées sont celles qui répondent aux divergences secondaires les plus petites; mais on ne saisit pas de prime abord la loi qui relie entre eux les nombres secondaires et les nombres encycliques des divers systèmes de spires. Cette relation constitue la proposition la plus importante de la phyllotaxie. Elle s'exprime de la manière suivante :

Étant donnée, sur une surface cylindrique, une suite indéfinie d'insertions qui se succèdent, à intervalles égaux, sur une même spire fondamentale indéfinie : 1° il existera sur cette surface une série d'insertions de plus en plus rap-

prochées de la génératrice du cylindre, menée par l'une quelconque d'entre elles ; 2° les insertions de plus en plus voisines de cette génératrice seront alternativement situées de chaque côté de cette ligne ; 3° les fractions successives, ayant pour numérateurs les nombres encycliques et pour dénominateurs les numéros d'ordre de ces insertions, soit les nombres secondaires des spires qui leur correspondent, formeront la suite des réduites d'une même fraction continue de la forme générale :

$$\cfrac{1}{a + \cfrac{1}{n + \cfrac{1}{n' + \cfrac{1}{n'' + \text{etc.}}}}}$$

terminée ou indéfinie, selon que la divergence fondamentale est commensurable ou incommensurable ; 4° enfin, dans cette fraction continue, chacun des quotients partiels successifs, n, n' ...., *etc., représente le nombre de fois que la divergence minimum à laquelle il correspond est contenue dans celle qui correspond au quotient précédent.*

Les réduites successives de cette fraction continue sont, d'après la règle, connue :

$$\frac{1}{a}, \quad \frac{n}{na+1}, \quad \frac{n'.n+1}{n'(na+1)+a}, \quad \frac{n''(n'n+1)+n}{n''[n'(n+1)+a]+na+1}, \ldots\ldots$$

Les numérateurs de ces fractions représentent donc les nombres encycliques des insertions dont les divergences secondaires sont des minima successifs et que nous désignerons dorénavant, pour abréger, par le terme : *insertions de divergences minima;* les dénominateurs de ces mêmes fractions indiquent les numéros d'ordre de ces insertions; ou, ce qui est la même chose, chacun

d'eux est le nombre secondaire des spires parallèles à celle qui joint directement l'origine à une insertion de divergence minimum.

Il est à remarquer que toute fraction ordinaire peut se développer en fraction continue, de sorte que la proposition que nous venons d'énoncer revient à celle-ci :

Toute fraction, ayant pour numérateur le nombre encyclique et pour dénominateur le nombre secondaire correspondant à un système de spires de divergence minimum, développée en fraction continue, aura pour quotients partiels successifs le nombre de fois que chaque divergence secondaire minimum est contenue dans la précédente.

Chaque quotient partiel exprimant, ainsi que nous venons de le dire, le nombre de fois qu'une certaine divergence minimum est contenue dans la précédente, on comprendra sans peine que, toutes les fois que ce quotient sera supérieur à l'unité, il existera, entre l'insertion à laquelle il correspond et celle qui est relative au quotient précédent, un certain nombre d'autres insertions dont les divergences secondaires, décroissant régulièrement, seront intermédiaires entre deux minima consécutifs, et auxquelles répondront naturellement des systèmes de spires secondaires, intermédiaires entre celles dont les divergences sont les véritables minima.

Si, par exemple, ainsi que cela est représenté dans notre fig. 2 (Pl. VI), un certain minimum QD est contenu n fois dans le précédent PD, le minimum proprement dit qui suit, répond à l'insertion $Q'n$ dont la divergence secondaire est égale à $PD - n.QD$. Mais entre P et $Q'n$, du même côté de OG, se trouve une suite d'insertions, telles que Q'_1, Q'_2, etc., dont les divergences secondaires sont des minima relativement à celle de P mais non pas relativement à celle de Q. On voit alors

que, la condensation longitudinale venant à augmenter, les spires oQ, oQ'_1, oQ'_2......, etc., apparaîtront successivement du même côté que celles qui répondent aux insertions P et Q'_n.

A cette occasion, nous devons noter un fait qui aura, par la suite, une grande importance. Désignons par r et p le nombre encyclique et le nombre secondaire de l'insertion P, par s et q ceux de l'insertion Q. En vertu de notre proposition fondamentale, les mêmes quantités relatives à $Q'n$ seront : $r+ns$, $p+nq$. Mais on voit, en même temps, que pour Q'_1 elles seront $r+s$ et $q+s$. De même l'insertion Q'_2 aura pour nombre encyclique et pour nombre secondaire les quantités : $(r+s)+s$, $(p+q)+q$.

Ceci montre que, étant données deux insertions, de divergences minima, successives, P et Q auxquelles correspondent deux réduites successives de la divergence fondamentale telles que: $\frac{r}{p}, \frac{s}{q}$, les deux fractions : $\frac{r+s}{p+q}, \frac{(r+s)+s}{(p+q)+q}$, représentent toujours aussi deux approximations successives de cette même divergence, quelle que soit la valeur du quotient partiel correspondant à l'insertion Q ; c'est-à-dire, aussi bien lorsque ce quotient est supérieur à l'unité, que lorsqu'il lui est égal.

Il nous reste maintenant à indiquer les relations qui existent entre la valeur de ces quotients partiels et la disposition apparente des insertions sur la surface.

Supposons que, pour une certaine valeur de la divergence fondamentale et pour un certain degré de condensation, on ait (fig. 3 et 4) trois insertions n_1, n_2, n_3 situées au-dessus d'une autre insertion o, et dont les trois divergences secondaires n_1D_1, n_2D_2, n_3D_3 soient des

minima successifs, relativement à la génératrice oG passant par o.

Désignons par n, n', n'' les quotients partiels répondant aux insertions n_1, n_2, n_3, dans le développement de la divergence fondamentale en fraction continue. Soient : E le point d'intersection de oG avec la spire $n_1 n_3$ parallèle à la spire $o\,n_2$, dont la divergence secondaire est $n_2 D_2$; I le milieu de la longueur $n_1 E$; H celui de $n_1 D_1$ qui est l'arc mesurant la divergence secondaire de la spire $o\,n_1$.

Cela étant, on peut facilement démontrer les trois propositions suivantes, dont la première n'est, il est vrai, qu'une conséquence évidente de celle qui a été énoncée précédemment. Ces trois propositions, qui complètent ce que nous avons à dire des conditions géométriques de notre problème, sont les suivantes :

1° Si n'' est un nombre plus grand que l'unité, il existe (fig. 3) le long de la spire $n_1 E$, et dans l'angle $n_1 o E$ autant d'insertions $(n_1 + n_2)$, $(n_1 + 2n_2)$...... n_3 qu'il y a d'unités dans ce nombre n'' ; tandis que si n'' est égal à 1, (fig. 4) l'angle $n_1 o E$ ne renferme que l'insertion de divergence minimum n_3 entre n_1 et E sur la spire $n_1 n_3$; ou, en d'autres termes, cette spire n'a qu'une seule insertion entre n_1 et la génératrice oG.

2° Toutes les fois que n'' est supérieur à l'unité (fig. 3), et quel que soit le degré de condensation, la première insertion au-dessus de n_1 sur la spire $n_1 n_3$ au-dessus de n_1, soit $(n_1 + n_2)$ n'est pas à égale distance de n_1 et de o. Elle est, en outre, d'autant plus éloignée du point I, et par conséquent d'autant moins près d'être superposée à H, que le quotient n'' est plus grand[1].

[1] En effet soit (fig. 4) le triangle isocèle $o\,n_1 n_3$, dont les côtés $n_1 n_3$ et $n_3\,o$ sont égaux ; n_1 étant la première insertion au-dessus de OA sur la spire n_1E. Menant les perpendiculaires n_3P et n_3Q à

3° Au contraire, toutes les fois que n'' est égal à 1 (fig. 4), l'insertion (n_1+n_2), qui est alors la même que n_3, peut, si la condensation est suffisante, se trouver à égale distance de n_1 et de o. De plus, elle se trouve au-dessus du point I, mais elle en rapproche d'autant plus que le quotient qui suit n'' est lui-même plus petit, c'est-à-dire plus près d'être égal à l'unité. Cette insertion n_3 peut donc être dans ce cas située au-dessus, ou à peu près au-dessus de H.

4° A chaque valeur de la divergence fondamentale correspond évidemment une forme particulière de l'espace vide qui s'étend au-dessus de chaque insertion et qui, de part et d'autre de la génératrice passant par celle-ci, se trouve limité par les rangées d'insertions de divergences minima qui se rapprochent de plus en plus de cette génératrice.

Or, il est facile de voir (fig. 5 et 6) que cet espace est nécessairement de forme très irrégulière lorsque la divergence fondamentale, développée en fraction continue, renferme des quotients autres que l'unité[1]; tandis qu'il devient régulier lorsque ces quotients ne dépassent pas cette valeur.

5° Enfin toutes les fois qu'il existera des quotients partiels autres que l'unité, et que la condensation sera grande, l'espace situé immédiatement au-dessus de l'intervalle compris entre deux insertions voisines, sera occupé par une portion de spire, composée de plusieurs insertions portant des numéros d'ordre très différents[2].

on_1 et OA, on a évidemment : $n_3E < OP < on_3$. Il faut donc que n_3 fût la seule insertion entre n_1 et E.

[1] Dans ce cas, en effet, les divergences minima de droite et de gauche, sont très inégales.

[2] Cela revient à dire que, par exemple, pour passer d'une spire

Par exemple, dans l'arrangement correspondant à la divergence $\frac{11}{28}$, soit à la fraction $\cfrac{1}{2+\cfrac{1}{1+\cfrac{1}{1+\cfrac{1}{5}}}}$

(fig. 6); si la condensation est suffisante, les insertions 8, 13, 18, 23 devront se trouver superposées, à la file, au-dessus de l'intervalle compris entre les insertions 3 et 5.

Au contraire, lorsque les quotients seront égaux à l'unité, la portion de spire occupant l'espace en question ne sera composée que d'une seule insertion, quel que soit le degré de condensation.

Avant d'abandonner le terrain mathématique, revenons, pour un instant, au cas que nous n'avons pas encore examiné, dans lequel les nombres secondaires ne seraient pas premiers entre eux. On a vu que les insertions se trouvent, alors, groupées par verticilles, composés chacun d'un nombre d'insertions égal au plus grand commun diviseur de ces nombres secondaires. Il est facile de ramener cet arrangement au cas que nous avons étudié en premier lieu. Pour cela, il suffit d'envisager ensemble, dans la suite des verticilles, une série d'insertions correspondantes, c'est-à-dire séparées les unes des autres par une même divergence. La ligne spirale qui les réunit toutes, peut alors être considérée comme la spire fondamentale relative à ces insertions. Cela revient à admettre, sur la surface considérée, autant de spires fondamentales qu'il y a d'insertions par verticille, et l'on peut appliquer la proposition générale énoncée ci-dessus,

dextrorse à celle qui est de même direction, mais d'ordre immédiatement supérieur, il faudra faire plus d'un pas dans la spire sinistrorse intermédiaire.

avec toutes ses conséquences, aux insertions situées sur chacune de ces spires fondamentales. Elles donnent encore lieu à des systèmes de spires secondaires que l'on peut grouper par couples de systèmes de sens opposés. En divisant les deux nombres secondaires de chaque couple par leur plus grand commun diviseur, on obtient les nombres secondaires relatifs aux spires qui correspondent à chacune des spires fondamentales [1].

Si, par exemple, toutes les insertions se répartissent sur six spires dans un sens et sur dix en sens inverse, on en conclut qu'elles forment des verticilles binaires et qu'elles ont pour lieux géométriques deux spires fondamentales de divergence égale à $\frac{3}{5}$, donnant lieu chacune à trois spires dans un sens et à cinq en sens inverse.

Nous n'insisterons pas davantage sur ce sujet, traité d'une manière si complète par les frères Bravais.

III

INTERPRÉTATION DES FAITS NATURELS

Les notions théoriques qui précèdent, s'appliquent sans peine à l'étude des faits, tels qu'ils s'observent dans la nature. Il suffit pour cela d'admettre, ce qui est en général suffisamment exact, que les organes latéraux sont insérés sur une surface de révolution : cylindrique, cylindro-conique ou sphérique, suivant les cas, et qu'ils sont répartis symétriquement, en tous sens, autour de l'axe de figure de cette surface. Leurs bases d'insertion ne sont

[1] C'est cette divergence des insertions correspondantes des verticilles successifs que Schimper et Braun ont désignée sous le nom de *prosenthèse*.

pas, il est vrai, des points mathématiques ; elles occupent même, le plus souvent, une notable portion de la surface. Mais, en ce qui concerne leurs relations de position, nous pourrons faire abstraction des dimensions des organes et de leurs bases, en convenant de ne considérer, en eux, que des points correspondants ; tels, par exemple, que le centre de figure des insertions, ou les sommets organiques ou tout autre point facile à reconnaître. La divergence des organes sera l'angle compris entre deux plans méridiens passant par ces points correspondants.

Nous admettrons, en outre, que le point végétatif sur lequel naissent les organes et, en général, les jeunes pousses s'allongent et s'épaississent, sans qu'il en résulte d'actions mécaniques entre leurs diverses parties, et sans que les angles de divergence des organes latéraux éprouvent d'altération sensible.

Cela dit, nous raisonnerons de la manière suivante. Nous remarquerons, en premier lieu, que le point végétatif est, ordinairement, un axe très raccourci, sur lequel les jeunes protubérances naissent en contact presque immédiat. Plus tard, les protubérances s'éloignent, plus ou moins, les unes des autres, par suite de l'allongement et de l'épaississement des mérithalles ; mais le contraire n'a jamais lieu, en sorte que c'est toujours à l'état naissant que les organes latéraux présentent leur maximum de condensation. A ce moment, si leur nombre est un peu considérable, ils dessinent sur la surface d'insertion des couples de lignes spirales de sens inverses. Selon que les nombres secondaires des spirales les plus apparentes sont premiers entre eux ou ne le sont pas, on peut considérer ces organes comme répartis sur une seule ou sur plusieurs spires fondamentales, c'est-à-dire comme alternes ou ver-

ticillés. Dans l'un et l'autre cas[1], le rapport de ces nombres dont se déduisent les nombres encycliques fournit une approximation de la valeur de la divergence fondamentale. C'est de cette valeur que dépendent ensuite les diverses dispositions apparentes des organes, lorsqu'ils se séparent, plus tard, les uns des autres, par l'effet de l'accroissement subséquent des mérithalles. A chaque valeur de cette divergence fondamentale correspond, en effet, une série de divergences secondaires minima, répondant elles-mêmes à autant de couples de spires qui se substituent les unes aux autres, en raison du rapport existant entre l'allongement et l'épaississement de la tige.

S'il en est ainsi, on doit s'attendre à ce que la série des fractions ayant respectivement pour numérateur et pour dénominateur le nombre encyclique et le nombre secondaire de chacun de ces systèmes de spires, forme la série des réduites d'une même fraction continue.

Or, c'est précisément ce qui arrive, ainsi que presque tous les faits constatés depuis les premières observations de Schimper, sont venus le confirmer. Les exceptions à cette règle sont rares, et nous en fournirons, ci-après, une explication suffisante. Dans la presque totalité des cas, ce sont les spires secondaires correspondant à une même série de réduites qui s'observent dans les divers groupements des organes latéraux d'une même plante, et qui se succèdent les uns aux autres pendant l'accroissement ultérieur des axes. C'est ainsi, par exemple, que les protubérances foliaires, dans un bourgeon de sapin, sont groupées de manière à figurer treize spires dans un sens et vingt-une en sens inverse, tandis que, plus tard, ces mêmes protu-

[1] Voir à ce sujet la conséquence de notre proposition fondamentale, p. 395.

bérances, devenues de vraies feuilles, forment des spires par trois et par cinq, lorsque l'axe du bourgeon s'est allongé, sans s'être notablement épaissi. De même, les jeunes inflorescences du plantain présentent des spires par huit et par treize, tandis que, à l'époque de la maturité, les fleurs fannées sont groupées par couples de cinq et de trois spires.

Dans un grand nombre de cas, le rapport entre l'allongement et l'épaississement restant le même, la disposition primitive persiste pendant toute la durée de végétation ; c'est ce qui a lieu, par exemple, pour la plupart des cônes de conifères, qui ne sont, en quelque sorte, que des bourgeons amplifiés dans toutes leurs dimensions, et dont la forme demeure à peu près constante. Il va sans dire que les transitions d'un système à un autre sont loin de s'accomplir toujours, dans la nature, avec la régularité qu'exigerait la théorie. Plusieurs causes accidentelles, en particulier les inégalités d'accroissement des mérithalles, altèrent fréquemment la disposition que les organes latéraux prendraient, en vertu de leur arrangement primitif, si cet accroissement avait lieu d'une manière parfaitement régulière et continue.

Nous pourrions ajouter ici bien des exceptions à celles qui ont été déjà signalées par d'autres auteurs, tels que Hofmeister et, en dernier lieu, par M. Schwendener.

Nous savons fort bien que l'on rencontre, çà et là, des angles de divergence qui ne rentrent dans aucune des séries de Schimper. Mais, la grande prédominance de ces fractions, dans la nature, n'en demeure pas moins un fait acquis à la science, et dont on n'a, suivant nous, pas encore fourni une explication satisfaisante[1]. C'est juste-

[1] Selon M. Schwendener, la dimension des protubérances laté-

ment à la solution de ce problème que nous allons faire servir les notions géométriques qui ont été exposées dans le présent écrit.

C'est à l'état naissant, avons-nous dit, que les organes offrent leur maximum de condensation, et les dispositions apparentes qu'ils présentent plus tard ne sont qu'une conséquence de la valeur de la divergence fondamentale correspondant à leur groupement primitif. Dès lors la question de la raison d'être des fractions de Schimper, revient à celle-ci : *Pourquoi les organes naissants se disposent-ils de préférence en systèmes de spires dont les nombres secondaires et les nombres encycliques, qui s'en déduisent, forment respectivement le déterminateur et le numérateur des réduites de fractions continues de la forme simple*

$$\cfrac{1}{a + \cfrac{1}{1 + \cfrac{1}{1 + \text{etc.}}}}$$

tandis qu'ils pourraient aussi bien, semble-t-il, correspon-

rales, au moment de leur naissance, est, pour une même nature d'organes, chez une même plante, en rapport constant avec l'étendue de la surface sur laquelle ils naissent. C'est ce rapport qui est, pour lui, l'élément essentiel de la phyllotaxie. De cette condition préexistante, dont la cause est inconnue, résulte directement la disposition des organes au moment de leur naissance. Lorsque, par suite des vicissitudes de l'accroissement en longueur et en épaisseur, la surface d'insertion devient trop petite ou trop grande pour que les organes y trouvent place, dans le nombre que leur assigne ce rapport, il se produit des pressions ou des tractions qui les déplacent et changent, par conséquent, leur position relative. L'auteur de cette théorie montre bien comment ces modifications dans l'arrangement primitif peuvent amener des transitions d'un angle de divergence à un autre; mais il n'explique pas pourquoi certaines divergences sont plus fréquentes que les autres.

dre aux réduites de toute autre fraction de la forme plus générale $\cfrac{1}{a+\cfrac{1}{n+\cfrac{1}{n'+\text{etc.}}}}$

Commençons par remarquer que tous les angles de divergence possibles sont compris dans cette dernière expression.

Si maintenant, dans cette fraction continue, on suppose que le premier quotient a soit successivement égal aux nombres naturels 1, 2, 3, etc., on pourra classer toutes les divergences imaginables, en séries de réduites commençant, chacune, par une même valeur de $\frac{1}{a}$, et toute série observée dans la nature appartiendra à l'une de ces classes.

Remarquons, ensuite, que la divergence fondamentale doit être intermédiaire entre deux fractions de la forme $\frac{1}{a}$ et $\frac{1}{a+1}$; car le premier tour de la spire fondamentale se termine, nécessairement, entre deux insertions consécutives : a et $(a+1)$. En outre, la répartition des organes, dans le premier tour de cette spire, ne serait pas symétrique si les divergences de a et de $(a+1)$ étaient comprises plus de deux fois l'une dans l'autre[1]. D'ailleurs, l'on conçoit fort bien que la naissance de chaque organe doive être en rapport avec la position de celui qui s'est formé immédiatement avant lui sur le pourtour de la tige. Il est, en effet, plausible d'admettre que la position des pousses latérales du point végétatif des phanérogames, résulte des segmentations antérieures de ses cel-

[1] Ceci, ne se rapporte, bien entendu, qu'à des organes naissant, à de courts intervalles de temps, sur un axe raccourci.

lules initiales; lesquelles segmentations obéissent, sans doute, à quelque loi d'orientation encore inconnue, il est vrai, mais probablement analogue à celle qui règle les segmentations de la cellule terminale, chez les cryptogames.

Nous sommes donc conduits à ce premier résultat que : les seules divergences possibles, dans la nature, sont celles dont les deux premières réduites ont pour valeurs des fractions de la forme $\frac{1}{a}$ et $\frac{1}{a+1}$, ou bien $\frac{1}{a}$ et $\frac{2}{a+1+a}$, c'est-à-dire celles qui correspondent à une fraction continue de l'une des deux formes :

$$\cfrac{1}{a+\cfrac{1}{1+\cfrac{1}{n+\text{etc.},}}}$$

ou

$$\cfrac{1}{a+\cfrac{1}{2+\cfrac{1}{n+\text{etc.}}}}$$

Par conséquent, nous pouvons déjà prévoir que toutes divergences fondamentales qui existent dans la nature doivent faire partie de séries de réduites ayant la forme de celles-ci :

(1) $\frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{2}{5}, \frac{n.2+1}{n.5+3}, \frac{n'(n.2+1)+2}{n'(n.5+2)+5}, \ldots\ldots$

(2) $\frac{1}{3}, \frac{1}{4}, \frac{2}{7}, \frac{n.2+1}{n.7+4}, \frac{n'(n.2+1)+2}{n'(n.7+4)+7}, \ldots\ldots$

(3) $\frac{1}{4}, \frac{1}{5}, \frac{2}{9}, \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$

. . . .

. . . .

Enfin, les considérations géométriques, exposées précé-

demment, vont nous permettre de serrer de plus près encore la question.

Nous avons vu que, dans le cas où deux spires de divergence minimum, d'ordres successifs, correspondent à des quotients plus grands que l'unité, l'arrangement des insertions est tel que ces divergences sont d'autant plus inégales que le quotient correspondant à la suivante est plus grand ; dans ce cas, chaque insertion, au lieu de se trouver seule, à peu de distance du milieu de l'intervalle compris entre deux autres situées immédiatement au-dessous, prend place, au contraire, d'autant plus loin de ce milieu, que le quotient qui lui correspond est plus grand. En outre, l'espace superposé à l'intervalle de deux insertions voisines, limité par les insertions de divergences minima suivantes, est alors occupé par plusieurs autres insertions portant des numéros d'ordre très différents (fig. 8). Au contraire, lorsque tous les quotients partiels sont égaux à l'unité, l'espace, dont il s'agit, est comblé par une seule protubérance (fig. 9).

Dès lors, si l'on admet que chaque nouvelle protubérance doive, en vertu des conditions anatomiques du point végétatif, naître aussi près que possible du milieu de l'intervalle compris entre deux autres situées immédiatement au-dessous d'elle, ce qui constitue la règle de Hofmeister, établie par l'observation ; si, ce qui revient au même, les distances de chaque protubérance à ses voisines immédiates de droite et de gauche, doivent être aussi égales que possible ; si, enfin, la portion de surface immédiatement superposée à cet intervalle doit, pour les mêmes raisons, être le plus vite possible occupée par une nouvelle protubérance, on sera forcément conduit à n'admettre, comme compatibles avec les conditions morphologiques, que les divergences dont tous les quo-

tients partiels sont égaux à l'unité, depuis le second, inclusivement, jusqu'à celui qui, dans chaque cas, correspond à la disposition que prennent les organes naissants.

En définitive, on arrive à conclure que, parmi toutes les séries de réduites, faisant partie des classes indiquées ci-dessus, les seules qui puissent comprendre des fractions de divergence admissibles, sont celles correspondant à des fractions continues dont tous les quotients successifs sont égaux à l'unité, à partir du second inclusivement, et jusqu'à celui qui répond, dans chaque cas, à la plus grande condensation des organes naissants.

Comme, d'ailleurs, le premier terme est le même dans toutes les séries de chaque classe, il s'ensuit que toutes les divergences admissibles sont comprises dans les séries suivantes, qui ne sont autres que celles de Schimper, et dont la loi de formation est évidente :

(1) $\frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{2}{5}, \frac{3}{8}, \frac{5}{13} \ldots\ldots$

(2) $\frac{1}{3}, \frac{1}{4}, \frac{2}{7}, \frac{3}{11}, \frac{5}{18} \ldots\ldots$

(3) $\frac{1}{4}, \frac{1}{5}, \frac{2}{9}, \frac{3}{14}, \frac{5}{23} \ldots\ldots$

....

....

Il est à noter que cette théorie n'exige nullement que l'angle de divergence, représenté par chaque réduite, soit réellement égal à la valeur limite de la série dont cette réduite fait partie. Il suffit que sa véritable valeur, développée en fraction continue, ait un nombre convenable de quotients, égaux à l'unité ; mais il n'est pas nécessaire qu'il en soit de même de tous les autres, au delà de celui qui répond à la disposition observée, si celle-ci représente le plus haut degré de condensation des organes.

Il est donc fort possible que des organes peu condensés comme le sont, par exemple, les feuilles ordinaires, offrant des dispositions représentées par les premières fractions d'une même série, telles que $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{2}{5}$, etc., ne soient pas des approximations d'une seule et même valeur, ni même que chacune d'elle corresponde toujours rigoureusement au même angle. Cette manière de voir n'exclut donc pas un certain degré de variabilité dans la phyllotaxie. Enfin elle n'implique pas, non plus, que la véritable valeur des fractions de divergence soit incommensurable; en sorte qu'elle est parfaitement compatible avec la notion des cycles.

On ne doit pas, d'ailleurs, perdre de vue que ce que nous avons dit, jusqu'ici, ne s'applique strictement qu'aux organes qui, à leur naissance, se trouvent très rapprochés les uns des autres, sur un axe raccourci.

Les deux principaux tissus qui constituent le point végétatif, le Périblème et le Plérome forment, comme on sait, deux enveloppes continues, emboitées l'une dans l'autre; toutes les deux participent à la formation des organes latéraux, en faisant saillie à la surface du point végétatif. Comme l'épaisseur de ces deux couches n'est pas grande, les protubérances voisines, formées successivement, à de courts intervalles de temps, ne sauraient être beaucoup en retrait les unes sur les autres; ce qui serait forcément le cas, si leurs spires secondaires correspondaient à des quotients autres que l'unité. En outre l'homogénéité de structure du point végétatif, en toutes directions, suffirait à elle seule pour faire prévoir que chaque nouvelle protubérance doit apparaître vers les milieux des intervalles compris entre celles qui ont déjà pris naissance; car, pour

qu'il en fût autrement, il faudrait que ces portions stériles eussent une structure fort différente des espaces voisins.

Mais on conçoit fort bien qu'il puisse arriver, parfois, que, par des causes accidentelles, échappant à l'observation, la structure du point végétatif cesse d'être homogène et qu'il puisse en résulter des dispositions anormales, indiquant des angles de divergence impossibles en temps ordinaire.

On conçoit que la valeur de l'angle de divergence ne soit plus assujettie aux mêmes restrictions, lorsqu'il s'agit d'organes naissant à de longs intervalles de temps, les uns après les autres, et n'offrant, par conséquent, jamais un haut degré de condensation. Mais, en revanche, par cela même qu'ils sont peu condensés, leur disposition se traduit par des spires, soit des cycles, répondant aux premières fractions de chaque série, et l'on a vu que ces premières réduites sont les mêmes pour toutes les séries d'une même classe. C'est ainsi, par exemple, que tous les angles compris entre $\frac{1}{2}$ et $\frac{1}{3}$ peuvent, sur des axes très allongés, fournir les dispositions correspondant aux fractions à petits dénominateurs, telles que $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{2}{5}$ dont la grande fréquence répond, par conséquent, à une grande probabilité mathématique. Quant au fait que les divergences comprises dans la première série, à commencer par celles que nous venons d'indiquer, sont de beaucoup les plus communes, nous pensons avec la plupart des auteurs, qu'il convient de l'attribuer à ce que ce sont, précisément, celles qui permettent la plus prompte répartition des organes en tous sens sur le pourtour de chaque axe.

A partir de la première série de Schimper, les dénominateurs, correspondant à un même numérateur vont, en effet, sans cesse en augmentant d'une série à la suivante.

A mesure qu'on s'éloigne de la première, les divergences correspondent à des dispositions dans lesquelles un même nombre d'anneaux, de la spire fondamentale, comporte la formation d'un nombre de plus en plus grand d'organes.

Sous ce rapport, on comprend fort bien qu'une trop petite divergence, telle par exemple que le serait un angle compris entre $\frac{1}{7}$ et $\frac{1}{8}$, exigerait une beaucoup trop rapide formation des organes, sous peine de laisser longtemps dégarni tout un côté de l'axe qui les porte [1].

Les fractions de la première série, de beaucoup les plus fréquentes, ont donc l'avantage de permettre la plus rapide répartition des organes dans toutes les directions.

En résumé, la Phyllotaxie, telle que nous la concevons, repose, à la fois, sur la notion des divergences constantes et sur celle du rapport existant entre l'accroissement longitudinal et l'accroissement transversal des mérithalles.

En ce qui concerne la première de ces notions, on a pu voir qu'elle est, pour nous, indépendante de toute idée de développement en spirale.

En effet, ce sont les spires secondaires, et non pas la spire fondamentale, qui nous ont servi de point de départ. C'est la considération de ces spires secondaires qui conduit ensuite à celle d'une spire fondamentale sur laquelle les organes se succèdent à intervalles égaux, par conséquent avec une divergence fondamentale constante.

Si la spire fondamentale n'est qu'une conception de

[1] Voir à ce sujet Dr N.-J.-C. Müller, *Handbuch der Botanik*, vol. II, p. 259.

l'esprit utile, seulement, comme méthode d'analyse, il n'en est pas de même de la constance de la divergence fondamentale, qui est bien une réalité, car sans elle la symétrie de position des organes n'existerait pas. Nous avons vu que cette notion d'une divergence fondamentale constante, rend, d'ailleurs, parfaitement compte du fait que les divergences secondaires minima n'ont pas la même valeur des deux côtés d'une même insertion. Dans la position de chaque insertion, relativement à ses voisines immédiates sur les spires secondaires, il y a, en effet, toujours à considérer, simultanément, une plus courte distance de droite et une plus courte distance de gauche; toutes deux fonctions de la divergence fondamentale.

Enfin, nous avons montré que, parmi toutes les valeurs que l'on pourrait arbitrairement assigner à cette divergence fondamentale, les seules qui puissent s'accorder avec les conditions anatomiques et avec le mode de naissance des organes, sont celles faisant partie de certaines séries, qui se sont trouvées être précisément celles que l'on rencontre habituellement dans la nature.

Quant aux changements qu'éprouve la disposition apparente des organes latéraux, pendant le développement des axes, nous avons prouvé qu'ils peuvent fort bien s'expliquer par de simples variations dans le rapport entre l'accroissement longitudinal et l'accroissement transversal, sans qu'il soit nécessaire d'invoquer à leur occasion le jeu des actions mécaniques. Ces changements résultent donc, selon nous, de l'augmentation des distances longitudinales et transversales qui séparent les organes, c'est-à-dire de l'accroissement des mérithalles intercalés entre eux. On s'en convaincra aisément, à l'inspection de nos figures 5, 6 et 7, dans lesquelles nous avons

fait varier la condensation longitudinale des insertions, sans altérer leurs divergences.

IV

DÉMONSTRATION DE LA PROPOSITION ÉNONCÉE A LA PAGE 368

On pourrait prouver cette proposition de différentes manières, mais la démonstration que nous allons développer ici a, par sa forme synthétique, l'avantage de rendre immédiatement visibles les conséquences qui en résultent, relativement à la disposition apparente des organes.

Nous supposons, comme précédemment, que la surface ait été déroulée sur un plan (fig. 2) et que *o* représente l'insertion à partir de laquelle toutes les autres sont numérotées. Soit *o*G la génératrice du cylindre, correspondante à l'insertion *o*, et imaginons que cette ligne occupe le milieu de la surface déroulée, et limitée par les génératrices AG, BG.

Après un premier tour de circonférence entière, la spire fondamentale, montant de gauche à droite, coupe cette génératrice entre deux numéros α et β que je suppose distants de cette ligne l'un d'une longueur αD à gauche et l'autre d'une longueur βD à droite ; lesquelles longueurs sont égales aux arcs correspondants dans la section transversale du cylindre.

Supposons d'abord, pour fixer les idées, que βD soit plus petit que αD et que αD le contienne au plus *n* fois. Après un second tour entier, la distance de l'insertion située le plus près de *o*G à gauche, en sera séparée d'une longueur αD—βD, tandis que la plus rapprochée à droite se trouvera à un distance 2βD de cette ligne.

On voit de suite, qu'à chaque nouveau tour entier, la

distance de droite ira en augmentant et celle de gauche en diminuant, et il en sera ainsi jusqu'à ce que l'on rencontre une insertion de gauche γ, située à une distance $\gamma D = \alpha D - n\beta D$ plus petite à la fois que αD et que βD.

Ensuite, les distances de oG à l'insertion qui en est la plus rapprochée à gauche augmenteront de nouveau, devenant successivement $[(\alpha D - n\beta D) + \alpha D]$, $[2(\alpha D - n\beta D) + \alpha D]$..., tandis que celles de droite diminueront, devenant $[\beta D - (\alpha D - n\beta D)]$, $[\beta D - 2(\alpha D - n\beta D)]$......

Si nous avions supposé αD plus petit que βD l'inverse de ce qui précède aurait eu lieu.

Mais, dans l'un et l'autre cas, on trouvera nécessairement au-dessus de o deux insertions, l'une à gauche, l'autre à droite de oG, toutes deux plus rapprochées de cette ligne qu'aucune de celles qui les suivent immédiatement et qu'aucune de celles qui les précèdent depuis l'origine o.

Ainsi les distances $(\alpha D - n\beta D)$ et βD constituent deux divergences secondaires *minima*, situées alternativement de part et d'autre de la droite oG.

On conçoit, aisément, qu'il doit exister une série d'autres divergences minima au-dessus de ces deux là. Pour comprendre dans quel ordre elles se suivent, il suffira de chercher, *à priori*, quel doit être l'arrangement des insertions au-dessus de deux minima successifs quelconques. En effet, s'il est prouvé qu'à partir de deux minima successifs quelconques, situés alternativement de part et d'autre de oG, tous les autres suivent une certaine loi, cette même loi sera aussi vraie à partir des deux premiers.

Admettons donc qu'il existe, à une hauteur quelconque, au-dessus de o deux insertions P et Q, dont les divergences secondaire PD, QD, soient deux minima consécutifs de gauche et de droite; ces deux insertions étant

d'ailleurs séparées, l'une de l'autre, par un nombre quelconque de tours entiers de la spire fondamentale ; mais étant, l'une et l'autre, plus rapprochée de *o*G qu'aucune de celles dont les numéros d'ordre sont intermédiaires.

Soit R le nombre de tours entiers qu'accomplit la spire fondamentale entre l'origine *o* et l'insertion P, c'est-à-dire le nombre encyclique correspondant à cette insertion ; de même, soit S le nombre encyclique de l'insertion Q.

Menons les droites PG, QG parallèles à *o*G.

Il est évident qu'après avoir décrit S tours entiers au-dessus de Q, l'hélice fondamentale rencontrera une insertion Q_1, séparée de QG de la même distance que Q l'est de *o*G.

On trouverait de même au-dessus de Q_1 une troisième insertion Q_2, située relativement à Q_1G comme Q_1 l'est part rapport à QG ; il en serait de même d'une quatrième Q_3 et ainsi de suite.

On trouverait, également, qu'il doit exister, à gauche de *o*G, une série d'insertions Q'_1, Q'_2, Q'_3...... Q'_n, telles que leurs distances de droite aux génératrices PG, Q'_1G, Q'_2G, etc., soient égales à la distance qui sépare *o*G de l'insertion Q.

Cela étant, il est clair que, si la distance QD est contenue au plus *n* fois dans la longueur PD, l'insertion Q'_n sera plus rapprochée de *o*G qu'aucune de celles qui la précèdent.

En effet, en premier lieu, les couples d'insertions telles que : Q'_1Q_2 Q'_2Q_3, etc., occupant relativement aux génératrices QG, Q_1G, etc., les mêmes positions que P et Q relativement à *o*G, il ne saurait y avoir entre Q'_1 et Q_2, entre Q'_2 et Q_3, etc., d'insertions plus voisines que celles-ci des génératrices QG, Q_1G, etc., ni par suite de *o*G qui est aussi intercalée entre les mêmes insertions.

En second lieu, si l'on envisage les couples d'insertions : QQ'_1, $Q_1Q'_2$, etc. On reconnaîtra, pareillement, qu'il ne peut exister entre Q et Q'_1, entre Q_1 et Q'_2, etc., d'insertions plus rapprochées de *o*G que ne le sont celles-ci.

Enfin, immédiatement au-dessus de Q'_n, les distances de gauche, d'abord de nouveau plus grandes, diminuent ensuite graduellement. Mais il faut toujours remonter au-dessus de Q'_n, sur la spire fondamentale, aussi haut que de *o* à cette insertion, avant d'en rencontrer une aussi proche qu'elle de *o*G à gauche, et aussi haut que de *o* à Q avant d'en trouver une dont la distance à droite *o*G, soit aussi petite que QD. Ainsi : la première distance (soit divergence secondaire) minimum relativement à *o*G, qui puisse exister sur la spire fondamentale, au-dessus de Q, se trouve située de l'autre côté de *o*G, et cette nouvelle distance minimum est moindre que celle qui correspond à Q, elle-même plus petite qu'aucune des précédentes.

On pourrait répéter les mêmes raisonnements sur les insertions Q et Q'_n envisagées ensemble ; ce qui conduirait à trouver que la distance minimum suivante doit se trouver à la droite de *o*G ; car dans la démonstration que nous venons de faire, nous aurions obtenu le même résultat, si nous avions supposé P plus rapproché de *o*G et plus haut que Q.

On est donc en droit de conclure d'une manière générale, que les divergences secondaires minima se succèdent alternativement de part et d'autre de la génératrice passant par l'insertion d'origine, et la loi suivant laquelle ces divergences minima décroissent est évidente.

On voit, aussi, que l'insertion Q'_n se trouve séparée de l'origine par un nombre de tours entiers, de la spire fondamentale, égal à $R+nS$, et que ce nombre encyclique s'obtient en *ajoutant* n *fois celui de la diver-*

gence minima précédente au nombre encyclique relatif à l'avant-précédente. La même règle fournirait évidemment le nombre encyclique de la divergence minima suivante; il serait égal à celle de Q'_n multipliée par le nombre de fois que cette divergence est contenue dans celle de Q et augmentée du nombre encyclique correspondant à Q.

Il est d'ailleurs non moins évident que les numéros d'ordre de ces diverses insertions de plus en plus rapprochées de oG croissent suivant cette même loi.

Ainsi les nombres encycliques et les numéros successifs des insertions correspondantes aux divergences minima, forment deux séries, dont chaque terme est égal à l'avant-précédent augmenté d'un certain nombre de fois le précédent. Si donc, pour chacune de ces insertions, on écrit la fraction ayant pour numérateur le nombre encyclique et pour dénominateur le numéro d'ordre correspondant, on obtiendra une série de la forme :

$$\frac{p}{q}, \frac{r}{s}, \frac{p+nr}{q+ns}, \frac{n'(p+nr)+r}{n'(q+ns)+s} \cdots\cdots$$

dans lesquelles n, n', etc., représentent chacun le nombre de fois qu'une divergence minimum est comprise dans la précédente.

Si, comme nous l'avons supposé jusqu'ici, βD est moindre que αD, la loi de formation des fractions successives pourra s'appliquer à partir du minimum qui suit βD. Dans ce cas, en désignant par a le numéro de l'insertion dont la divergence secondaire est αD, la série des fractions commencera par :

$$\frac{1}{a}, \frac{1}{a+1}, \frac{n+1}{a+n(a+1)}, \frac{n'(n+1)+1}{n'[a+n(a+1)]+a+1} \cdots\cdots$$

et correspondra à une fraction continue de la forme :

$$\cfrac{1}{a+\cfrac{1}{1+\cfrac{1}{n+\cfrac{1}{n'+\text{ etc.}}}}}$$

Par contre, si nous supposons αD plus petit que βD, c'est αD qui sera la première divergence minimum et la suivante sera $\beta D - n\alpha D$. En désignant encore par a le numéro correspondant à la divergence secondaire α, celui de l'insertion ayant $\beta D - n\alpha D$ pour divergence secondaire sera $a+1+n.a$, correspondant au nombre encyclique $n+1$.

La série des fractions commencera alors par ces termes :

$$\frac{1}{a}, \ \frac{1}{a+1}, \ \frac{n+1}{na+(a+1)}, \ \frac{n'(n+1)+1}{n'(na+a+1)+a},$$

parmi lesquels $\frac{1}{a+1}$ ne répond pas à une véritable divergence minimum mais est intermédiaire entre deux minima. Dans ce cas, la série des fractions sera celle des réduites d'une fraction continue telle que :

$$\cfrac{1}{a+\cfrac{1}{(n+1)+\cfrac{1}{n'+\cfrac{1}{n''}+\text{ etc.}}}}$$

de même forme que la précédente.

La proposition générale que nous venons de démontrer, conduit comme conséquence immédiate, à la règle dont on se sert ordinairement pour calculer les nombres encycliques, au moyen des nombres secondaires, seuls accessibles à l'observation toutes les fois que les organes sont très condensés.

En effet, du moment qu'il est prouvé que les rapports de ces deux catégories de nombres sont égaux aux réduites successives d'une même fraction continue, on est assuré que le rapport de deux nombres encycliques consécutifs est égal à l'avant-dernière réduite du rapport des deux nombres secondaires correspondants.

Pour le montrer, désignons par q_1 et q_2 les nombres secondaires de deux systèmes de spires d'ordres successifs, par p_1 et p_2 les nombres encycliques qui leur correspondent.

En vertu d'un théorème d'algèbre relatif aux fractions continues on a : $\frac{p_1}{q_1} = \frac{p_2}{q_2} \pm \frac{1}{q_1 \cdot q_2}$

d'où $\frac{p_1}{p_2} = \frac{q_1}{q_2} \pm \frac{1}{q_2 \cdot p_2}$.

De sorte que $\frac{p_1}{q_1}$ et $\frac{q_1}{q_2}$ sont deux réduites successives du développement de $\frac{q_1}{q_2}$.

La forme de ce développement n'est pas difficile à trouver.

Désignant par q_0, q_{-1}, etc., les nombres secondaires des systèmes d'ordres inférieurs à ceux de q_2 et q_1, par n'', n', n, etc. les quotients partiels relatifs à tous ces nombres secondaires successifs, on aura, par notre proposition même; les relations :

$$\frac{q_1}{q_2} = \frac{q_1}{n''.q_1 + q_0} = \frac{1}{n'' + \frac{q_0}{n''.q_1}};$$

$$\frac{q_0}{q_1} = \frac{1}{n' + \frac{q_{-1}}{n'.q_0}}, \quad \frac{q_{-1}}{q_0} = \frac{1}{n.q_{-1} + \frac{q_{-2}}{n.q_{-1}}}, \text{ etc.}$$

d'où $\frac{q_1}{q_2} = \cfrac{1}{n''+\cfrac{1}{n'.n''+\cfrac{1}{n.n'.n''+\text{etc.}}}}$

Lorsque tous les quotients partiels $n, n' \, n''$ sont égaux à l'unité, la relation ci-dessus devient :

$$\frac{q_1}{q_2} = \cfrac{1}{1+\cfrac{1}{1 \; \cdots \; +\cfrac{1}{1}}}$$

fraction dont l'avant-dernière reduite sera $\frac{q_0}{q_1}$.

En sorte que, dans ce cas, chaque nombre encyclique, tel que p_2, est égal au précédent nombre secondaire q_1. Or, c'est précisément ce qui a lieu pour la première des séries de Schimper, pourvu que l'on y remplace chaque fraction par son complément; en écrivant :

$$\frac{1}{2}, \ \frac{2}{3}, \ \frac{3}{5}, \ \frac{5}{8}, \ \frac{8}{13}, \ldots\ldots$$

Cette série correspond, manifestement, à une fraction continue de même forme que celle ci-dessus, c'est-à-dire ayant tous ses quotients partiels, y compris le premier, égaux à l'unité; de telle sorte que $\frac{q_1}{q_2}$ en est la dernière réduite. Lorsque, comme nous l'avons fait précédemment, on écrit la série en question sous la forme :

$$\frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{2}{5}, \frac{3}{8}, \frac{5}{13}, \ldots\ldots$$

chaque nombre encyclique est égal, non plus au précédent, mais à l'avant-précédent nombre secondaire.

EXPLICATION DES FIGURES 5, 6, 7, 8, 9 (Pl. VI).

Fig. 6. — Insertions disposées suvivant la divergence $^{11}/_{28}$. Les chiffres répétés au bas de la figure, situés sur les mêmes lignes longitudinales que les autres, répondent à une plus grande condensation.

La ligne brisée unissant, entre elles, les insertions 2, 5, 28, 3, indique la forme irrégulière et asymétrique de l'espace limité par les insertions de divergence minimum, de part et d'autre de la génératrice passant par l'origine.

Fig. 7. — Insertions disposées suivant la divergence $^{8}/_{11}$, et à trois degrés de condensation : au bas, dans la région médiane et à la partie supérieure de la figure.

La ligne brisée unissant entre elles les insertions 2, 5, 13, 21, 8, 3, indique la forme régulière et symétrique de l'espace limité par les insertions de divergence minimum.

Fig. 8. — Représentation théorique de protubérances, naissant sur un point végétatif amplifié, et suivant la divergence $^{11}/_{28}$.

Fig. 9. — Représentation théorique de protubérances, naissant sur un point végétatif amplifié, et suivant la divergence $^{8}/_{21}$.

Fig. 5. — Réprésentation théorique d'une tige, ayant le diamètre correspondant au cylindre qui est déroulé dans la figure 7 ; et sur laquelle les insertions se trouvent disposées suivant la divergence $^{8}/_{21}$, mais avec le degré de condensation qu'elles ont dans la partie supérieure de cette figure 7.

BULLETIN SCIENTIFIQUE

PHYSIQUE.

W.-C. Roentgen. Ueber Tœne, welche durch intermittirende Beleuchtung eines Gases entstehen. Sur les sons produits dans les gaz par un rayon de lumière intermittent. — Versuche ueber die Absorbtion. Nouvelle méthode pour étudier l'absorption des gaz. *(Berichte der Oberh. Gesellsch. für Natur und Heilkunde.)*

Les Archives ont donné dernièrement[1] un mémoire de M. le prof. Tyndall sur les sons produits par les gaz placés dans un rayon de lumière intermittent; des expériences analogues ont été publiées le 8 décembre 1880 par M. W. C. Röntgen, à Giessen.

M. Röntgen recevait un rayon lumineux sur un disque percé d'ouvertures et animé d'un mouvement de rotation convenable; derrière le disque, il plaçait un tube rempli du gaz à étudier qu'un tuyau de caoutchouc mettait en relation avec l'oreille. Dans ces conditions, il s'est produit des sons perceptibles avec le gaz d'éclairage et l'ammoniaque. Ces sons variaient de hauteur avec la vitesse de rotation du disque, ils disparaissaient par l'interposition sur le trajet du rayon d'un corps opaque ou d'une solution d'alun, mais étaient à peine affaiblis par l'interposition d'une solution d'iode dans le sulfure de carbone. Ils ne se produisaient pas, avec l'air, l'hydrogène et en général les gaz dont le pouvoir absorbant est faible.

Le 16 février 1881, M. Röntgen a fait connaître des recherches nouvelles sur le pouvoir absorbant des gaz. Le rayon lumineux ou calorifique pénétrait à travers une lame de sel gemme dans un tube de laiton ou de verre parfaitement poli intérieurement et contenant le gaz à étudier, un

[1] Voir *Archives*, févr. 1881, t. 5, p. 113.

miroir placé à l'autre extrémité du tube renvoyait le rayon traverser une seconde fois la masse gazeuse. L'augmentation de pression due à la variation de température du gaz allait s'inscrire automatiquement sur un cylindre tournant par l'intermédiaire d'un tambour de Marey.

Si l'on remplace d'abord la lame de sel gemme par une lame de verre couverte de noir de fumée, on obtient avec tous les gaz pour courbe des pressions une ligne droite légèrement inclinée, indiquant une augmentation régulière et graduelle de la température par suite de l'échauffement de l'enveloppe.

Si, remettant la lame de sel gemme à la place du verre noirci, on introduit dans le tube un gaz peu absorbant tel que l'air ou l'hydrogène, on trouve la même ligne droite : l'échauffement est produit simplement par le contact des parois du tube qui s'échauffent peu à peu.

Mais si l'on introduit de l'acide carbonique, de la vapeur d'eau, de l'oxyde de carbone, la courbe change complètement de nature, elle s'élève d'abord brusquement et ce n'est qu'au bout de quelques secondes qu'elle reprend son allure régulière se transformant en une ligne droite. Si l'on arrête le rayon par un écran, la courbe des pressions tombe d'abord brusquement et redevient ensuite une ligne droite légèrement inclinée. Une trace insignifiante d'un gaz absorbant dans l'air suffit pour altérer nettement la régularité de la ligne.

Ce phénomène ne se produit pour la vapeur d'eau et l'acide carbonique que lorsqu'on emploie une source de lumière artificielle; les rayons solaires sont sans action, leur portion efficace ayant déjà été absorbée par les mêmes substances contenues dans l'atmosphère. C. S.

E. Lecher et J. Pernter. On the absorbtion of dark heat-rays... Sur l'absorption des rayons de chaleur obscure par les gaz et les vapeurs. (*Sitzb. Wien*, juillet 1880; *Phil. Mag.*, janvier 1881 [1].)

MM. Lecher et Pernter contestent l'exactitude des résul-

[1] Voir le mémoire de M. Tyndall, cité plus haut.

tats, d'ailleurs très différents les uns des autres obtenus précédemment par Magnus, Garibaldi, Buff, qui plaçaient leur source de chaleur et la pile thermo-électrique dans l'espace même dont ils voulaient déterminer le pouvoir conducteur, disposition qui rendait inévitable la production de courants d'air et de transport de chaleur par convection.

Tout en étant d'accord avec M. Tyndall pour ce qui concerne l'air atmosphérique et les gaz secs, ils ne jugent pas son procédé applicable à l'étude des vapeurs; les vapeurs, en effet, doivent se condenser sur les parois du tube qui les contient et sur les plaques de sel gemme qui terminent ce tube et donner lieu ainsi à une cause d'erreurs graves.

MM. Lecher et Pernter ont cherché à éviter ces causes d'erreur en plaçant les vapeurs dans un large tube en verre vertical contenant à sa partie inférieure la pile thermo-électrique et fermé hermétiquement à sa partie supérieure par une plaque de métal. Le tout était placé dans un calorimètre de Lavoisier où un courant d'eau maintenait une température constante. La plaque de métal était chauffée au moment de l'expérience en faisant arriver sur elle un courant constant de vapeur d'eau. Après avoir fait le vide dans le tube on y laissait rentrer très lentement de l'air qui, après avoir été parfaitement desséché et purifié, traversait un tube laveur contenant le liquide dont on voulait examiner la vapeur. Les plus grandes précautions étaient prises pour maintenir ce tube à une température identique à celle de l'appareil principal de façon à éviter toute condensation de vapeur.

D'après ces expériences, l'air sec ne produit aucune absorption appréciable et il en serait de même de l'air humide pour les rayons émanés d'une source à 100°.

Les essais de MM. Lecher et Pernter ont porté, en outre, sur les alcools méthylique, éthylique, butylique et amylique, les acides formique, carbonique, acétique, le chloroforme, l'oxyde de carbone, l'éther, l'éthylène et le benzol. Dans la série grasse, l'absorption semble augmenter avec la proportion de carbone; le benzol, au contraire, a une absorption très faible.

Il n'y a pas de relation régulière entre l'absorption et la pression. C. S.

CHIMIE.

PAUL TOENNIES. ACTION DE L'ACIDE NITREUX SUR L'ANETHOL (*Berichte ch. Ges. Berlin*, XIII, p. 1845, Genève.)

Par l'action de l'acide nitreux sur l'anethol, il se forme un produit d'addition et un produit de substitution. Le premier réduit par l'étain et l'acide chlorhydrique donne une base qui n'a pas pu être isolée; ses sels lui assignent la formule $C_6H_4 \langle {O.CH_3 \atop C_6H_5.OH.NH_2}$. Le produit des substitutions n'a pas les propriétés d'une substance nitrosée et doit par conséquent avoir la constitution $\left(C_6H_4 \langle {OCH_3 \atop C_3H_3N_2O_2}\right)_2$. Les dérivés bromés sont bien cristallisés. Le styrol donne des produits analogues.

BOTANIQUE.

PATRIE DU SYRINGA PERSICA (LILAS DE PERSE)

M. Edmond Boissier nous apprend que M. Aitchison a découvert cette espèce à l'état sauvage et en grande quantité dans la vallée de Kuram, de l'Afghanistan oriental, jusqu'à 7000 pieds d'élévation. Il en a reçu des échantillons. Jusqu'à présent on ne connaissait aucune localité certaine, en Perse ou ailleurs. Cet arbrisseau, si élégant, avait été tiré des jardins de Perse. On le cultive en Europe depuis l'année 1640. Espérons que s'il ne croit pas en Perse on n'aura pas l'idée pour cela de changer son nom. La Perse et l'Afghanistan se touchent. Ce n'est pas comme dans le cas de l'*Asclepias syriaca*, qu'on sait maintenant originaire d'Amérique, et dont il a fallu changer le nom pour éviter une erreur par trop grande. Le nom *persica* du Lilas de Perse peut et doit rappeler désormais le pays duquel nous avons reçu l'espèce cultivée dans les jardins.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

M. le prof. E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS DE MARS 1881.

Le 2, forte bise tout le jour.

3, à 3 h. 30 m. du matin, secousses de tremblement de terre; à 2 h., halo solaire.

4, à 10 h. matin, neige pendant peu de temps, puis pluie.

7, de 6 $^1/_4$ à 8 h. soir, éclairs et tonnerres du côté de l'ouest; à minuit, le ciel est parfaitement clair, par un fort vent du sud.

8, à 8 h. $^1/_2$ matin, éclairs et tonnerres, avec pluie et un peu de grêle; l'orage passe de l'ouest à l'est. Un second orage éclate de 10 h. $^1/_4$ à 10 h. $^3/_4$ matin et traverse la vallée du SO. à l'Est, accompagné d'un vent violent. A 1 $^1/_2$ h. après midi, on entend de nouveau le tonnerre au NO.

11, faible gelée blanche le matin, minimum + 2°,1.

12, forte rosée le matin, et léger brouillard jusqu'à 10 h.

14, halo lunaire dans la soirée.

15, faible gelée blanche le matin, minimum + 1°,2.

17, gelée blanche le matin, minimum 0°.

18, faible gelée blanche le matin.

19, gelée blanche le matin, minimum + 1°,3.

20, rosée le matin.

22, pluie, neige et grésil le matin jusqu'à 9 $^1/_2$ h.

26, rosée le matin.

27, gelée blanche le matin, minimum + 0°,4.

28, gelée blanche le matin, minimum + 0°,6.

29, rosée le matin.

30, forte bise depuis midi.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM.

	mm
Le 2 à 8 h. soir	733,04
9 à 4 h. soir	735,75
18 à midi	740,35
22 à 10 h. soir	729,90
27 à 8 h. matin	721,33
31 à 10 h. soir	721,28

MINIMUM.

	mm
Le 7 à 2 h. après midi	720,36
13 à 4 h. après midi	722,16
21 à 4 h. après midi	518,95
25 à midi	716,79
30 à 2 h. après midi	715,48

Jours du mois.	Baromètre.		Température C.				Tension de la vap.		Fract. de saturation en millièmes				Pluie ou neige		Vent dominant.	Nébulosité moyenne	Temp. du Rhône		Limnimètre à 11 h.
	Hauteur moy. des 24 h.	Écart avec la hauteur normale	Moyenne des 24 heures	Écart avec la temp. normale	Minim.	Maxim.	Moy. des 24 h.	Écart avec la tension normale.	Moy. des 24 h.	Écart avec la fraction norm.	Minim.	Maxim.	Eau tomb. d. les 24 h.	Nomb. d'h.			Midi.	Écart avec la temp. normale.	
	millim.	millim.	o	o	o	o	millim.	millim.					mm.				o	o	cm
1	725,69	— 0,14	+ 0,37	— 2,61	— 1,3	+ 9,0	3,63	—0,84	790	+ 2	650	810	...	...	NNO. 2	0,84	+7,1	+ 1,7	106,5
2	730,97	+ 5,21	— 0,81	— 3,90	— 2,5	+ 1,9	3,35	—1,13	780	— 6	640	790	...	...	NNE. 3	0,03	5,2	— 0,3	109,0
3	731,29	+ 5,59	— 0,60	— 3,80	— 4,8	+ 3,1	3,18	—1,31	722	— 61	600	820	...	...	NNE. 1	0,44	5,5	0,0	107,5
4	724,69	— 0,95	+ 1,79	— 1,53	— 0,7	+ 4,7	5,03	+0,52	950	+169	780	990	5,0	9	N. 1	1,00	5,8	+ 0,3	108,7
5	722,76	— 2,82	+ 7,53	+ 4,10	+ 2,4	+11,8	7,08	+2,56	894	+115	740	960	6,1	10	variable	1,00	5,9	+ 0,3	105,7
6	722 04	— 3,49	+11,38	+ 7,83	+ 7,4	+15,2	7,39	+2,86	744	— 32	570	880	...	...	SSO. 1	0,99	...	.....	106,0
7	721,30	— 4,17	+13,14	+ 9,48	+ 8,7	+18,9	7,64	+3,09	709	— 65	420	890	3,2	6	SSO. 1	1,00	6,4	+ 0,7	112,0
8	726,34	+ 0,93	+10,35	+ 6,57	+ 7,0	+13,9	6,54	+1,98	719	— 52	550	880	7,6	5	SSO. 2	0,82	6,5	+ 0,8	121,4
9	734,88	+ 9,52	+ 8,58	+ 4,68	+ 6,1	+11,9	4,70	+0,12	587	—182	430	740	...	...	SSO. 1	0,84	6,6	+ 0,8	116,0
10	733,50	+ 8,20	+ 8,20	+ 4,18	+ 6,5	+11,1	5,10	+0,51	647	—119	500	750	0,1	1	S. 1	0,86	6,3	+ 0,5	119,5
11	729,85	+ 4,60	+ 8,58	+ 4,44	+ 2,1	+16,3	6,43	+1,82	767	+ 3	510	950	...	...	N. 1	0,04	6,5	+ 0,6	123,5
12	724,45	— 0,75	+ 6,34	+ 2,08	+ 1,0	+12,9	6,38	+1,75	884	+123	640	1000	...	...	N. 1	0,59	6,6	+ 0,7	121,9
13	723,38	— 1,77	+ 8,79	+ 4,41	+ 5,9	+12,0	6,84	+2,20	812	+ 53	660	910	...	...	NNE. 1	0,70	...	.....	125,8
14	723,63	— 1,47	+ 4,53	+ 0,02	+ 3,3	+ 7,1	4,99	+0,33	804	+ 48	700	840	...	...	N. 1	0,90	7,2	+ 1,1	126,2
15	729,80	+ 4,75	+ 6,00	+ 1,37	+ 1,2	+10,9	4,78	+0,10	688	— 66	550	910	...	...	N. 1	0,21	7,4	+ 1,3	125,6
16	733,85	+ 8,84	+ 4,75	0,00	+ 2,9	+ 8,4	3.58	—1,12	576	—175	390	800	...	...	NNE. 1	0,43	7,3	+ 1,1	126,5
17	736,04	+11,08	+ 6,17	+ 1,29	0,0	+11,9	3,03	—1,69	461	—288	230	740	...	...	N. 2	0,06	7,2	+ 1,0	127,0
18	739,06	+14,14	+ 5,86	+ 0,86	— 0,5	+13,7	4,45	—0,29	656	— 91	380	870	...	...	variable	0,37	7,3	+ 1,0	126,5
19	733,47	+ 8,59	+ 7,53	+ 2,40	+ 1,3	+14,4	5,02	+0,25	656	— 88	380	860	...	...	N. 1	0,24	7,2	+ 0,9	127,5
20	724.47	— 0,37	+11,78	+ 6,52	+ 3,4	+18,7	4,55	—0.24	478	—264	270	860	...	...	SO. 1	0,17	..	.....	127,0
21	719,99	— 4,82	+11,38	+ 6,00	+ 7,4	+15,9	4,27	— 0,55	452	—288	200	560	...	...	SO. 2	0,43	7,7	+ 1,2	129,0
22	726,00	+ 1,23	+ 2,85	— 2,66	+ 1,3	+ 8,3	2,85	—1,99	542	—196	350	710	0,2	1	NO. 2	0,69	7,3	+ 0,8	128,0
23	727,54	+ 2,80	+ 4,62	— 1,02	— 1,5	+ 8,9	2,94	—1,93	486	—249	260	790	...	...	variable	0,40	7,3	+ 0,7	130,5
24	722,24	— 2,47	+ 7,70	+ 1,93	+ 6,3	+ 9,9	6,15	+1,25	796	+ 63	620	880	2,9	12	SSO. 1	1,00	7,2	+ 0,5	135,5
25	717.41	— 7,27	+ 7,77	+ 1,87	+ 5,3	+11,0	5,80	+0,87	743	+ 12	500	870	8,9	9	SSO. 1	0,70	7,1	+ 0,4	134,3
26	719,82	— 4,83	+ 7,86	+ 1,83	+ 4,5	+13,7	4,59	—0,37	596	—133	410	760	...	...	N. 1	0,12	7,2	+ 0,4	134,5
27	720,05	— 4.58	+ 6,75	+ 0,58	+ 0,4	+13,1	4,93	—0,06	678	— 49	430	930	...	...	NNE. 1	0,00	...	.....	135,0
28	720,34	— 4,26	+ 7,61	+ 1,31	+ 0,6	+14,1	5,16	+0,13	667	— 58	430	930	...	...	N. 1	0,06	7,9	+ 0,9	137,0
29	719,18	— 5,40	+11,95	+ 5,52	+ 5,0	+18,1	6,72	+1,66	650	— 73	400	850	...	...	variable	0,70	8,6	+ 1,6	137,5
30	716.48	— 8,08	+ 8,07	+ 1,51	+ 3,5	+14,9	6,70	+1,61	853	+132	690	960	...	...	NNE. 2	0,93	8,6	+ 1,5	138,5
31	720.84	— 3,71	+ 3,99	— 2,71	+ 1,4	+ 6,9	5,56	+0,43	909	+190	730	950	7,0	18	N. 1	1,00	7,8	+ 0,6	140,5

MOYENNES DU MOIS DE MARS 1881.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	726,95	727,29	727,46	727,48	727,23	727,33	727,64	728,06	728,06
2e »	730,37	730,66	730,72	730,23	729,15	728,62	728,77	729,06	729,26
3e »	721,29	721,42	721,49	720,98	720,35	720,17	720,51	720,98	721,30
Mois	726,04	726,30	726,39	726,06	725,41	725,21	725,47	725,87	726,05
Température.									
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	+ 4,42	+ 4,74	+ 5,85	+ 7,84	+ 8,93	+ 8,62	+ 7,58	+ 6,44	+ 5,96
2e »	+ 2,50	+ 4,69	+ 7,00	+ 8,94	+11,08	+12,27	+10,48	+ 8,16	+ 7,00
3e »	+ 4,57	+ 6,79	+ 7,92	+ 9,91	+10,91	+10,45	+ 9,00	+ 7,29	+ 6,51
Mois	+ 3,86	+ 5,45	+ 6,96	+ 8,93	+10,33	+10,45	+ 9,02	+ 7,30	+ 6,49
Tension de la vapeur.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	5,16	5,26	5,29	5,21	5,40	5,44	5,58	5,66	5,64
2e »	4,63	4,83	4,97	4,82	5,01	5,15	5,47	5,30	5,24
3e »	5,13	4,93	5,16	5,26	5,00	4,84	5,09	5,28	5,22
Mois	4,98	5,01	5,14	5,10	5,13	5,13	5,37	5,41	5,36
Fraction de saturation en millièmes.									
1re décade	778	772	737	659	638	650	696	753	781
2e »	837	745	655	572	513	491	588	667	710
3e »	798	673	645	570	506	516	594	689	715
Mois	804	728	678	599	551	551	625	703	735

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Température du Rhône.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	0	0		0	mm	cm
1re décade	+ 2,88	+ 10,15	0,78	6,14	22,0	111,23
2e »	+ 2,06	+ 12,63	0,39	7,09	—	125,75
3e »	+ 3,11	+ 12,25	0,55	7,67	19,0	134,57
Mois	+ 2,70	+ 11,70	0,57	6,99	41,0	124,20

Dans ce mois, l'air a été calme 1,1 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 1,47 à 1,00.

La direction de la résultante des vents observés est N. 32°,3 O. et son intensité est égale à 31,0 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU GRAND SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE MARS 1881.

Le 1er, neige le matin; brouillard et très forte bise tout le jour; la quantité d'eau tombée n'est pas indiquée, la neige ayant été probablement emportée par le vent.
2, brouillard le matin; forte bise tout le jour.
4, neige et brouillard depuis midi.
5, brouillard le matin; neige l'après-midi et le soir.
7, très fort vent du SO. jusqu'au soir; neige depuis 6 h. soir.
8, neige et brouillard depuis 2 h. après midi.
9, brouillard tout le jour; très forte bise depuis midi.
10, neige et brouillard depuis 2 h. après midi; assez forte bise.
11, brouillard le matin; très forte bise tout le jour.
14, brouillard à plusieurs reprises; fort vent du SO.
Du 15 au 19 la bise souffle assez fortement, le ciel restant clair.
22, brouillard intense tout le jour, par une très forte bise.
23, forte bise le matin jusqu'à midi; fort vent du SO. le soir.
24, neige tout le jour, par un très fort vent du SO., qui n'a permis de recueillir qu'une partie de la neige tombée.
25, brouillard le matin; neige l'après-midi et le soir.
30, brouillard tout le jour; neige le matin et le soir.
31, brouillard tout le jour; neige depuis 4 h. après midi.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM	mm	MINIMUM.	mm
Le 3 à 10 h. matin	564,63	Le 1er à 8 h. matin	555,27
9 à 10 h soir	568,91	5 à 8 h. matin	560,00
18 à 10 h. soir	573,16	14 à 8 h. matin	560,80
22 à 10 h. soir	562,89	22 à 6 h. matin	553,97
28 à 8 h. soir	560,36	25 à 4 h. après midi	555,13
31 à 10 h. soir	559,64	30 à 2 h. après midi	556,31

SAINT-BERNARD. — MARS 1881.

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures.	Écart ave la hauteu normale.	Minimum.	Maximum.	Température C. Moyenne des 24 heures.	Écart avec la température normale.	Minimum.	Maximum.	Pluie ou neige. Hauteur de la neige.	Eau tombée dans les 24 h.	Nombre d'heures.	Vent dominant.	Nébulosité moyenne.
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°	millim.	millim			
1	555,89	— 3,80	555,27	556,76	—14,09	— 5,86	—17,0	— 6,8	.....	.....	....	NE. 3	1,00
2	559,89	+ 0,21	557,30	563,15	—17,23	— 9,06	—19,0	—14,8	.....	.....	....	NE. 2	0,37
3	564,17	+ 4,49	563,52	564,63	— 7,17	+ 0,94	—13,3	— 2,4	.....	.....	....	NE. 1	0,18
4	560,53	+ 0,86	560,16	560,96	— 4,51	+ 3,54	— 8,6	+ 1,1	100	8,4	....	variable	0,91
5	560,98	+ 1,31	560,00	562,10	— 0,89	+ 7,10	— 4,0	+ 4,4	90	7,8	....	NE. 1	0,91
6	562,77	+ 3,11	562,23	563,32	+ 2,89	+10,81	+ 1,1	+ 8,9	.....	.....	....	NE. 1	0,89
7	563,53	+ 3,87	563,12	564,01	+ 2,10	+ 9,95	— 0,5	+ 5,6	140	10,0	....	SO. 2	0,82
8	563,61	+ 3,95	563,22	564,00	— 2,74	+ 5,04	— 5,2	+ 1,3	100	8,9	....	variable	0,82
9	567,32	+ 7,65	564,69	568,91	— 6,17	+ 1,54	— 7,3	— 3,9	.....	.....	....	NE. 3	0,92
10	568,21	+ 8,54	567,59	568,79	— 1,76	+ 5,88	— 3,6	+ 2,1	70	5,0	....	NE. 2	0,79
11	566,83	+ 7,15	566,44	567,09	— 1,16	+ 6,40	— 3.9	+ 1,5	.....	.....	....	NE. 2	0,26
12	564,57	+ 4,88	563,48	565,72	+ 5,46	+12,94	+ 2,5	+ 8,6	....	.....	....	NE. 1	0,21
13	561,72	+ 2,02	561,59	562,03	— 0,04	+ 7,36	— 1,3	+ 3,3	.....	.....	....	NE. 2	0,17
14	561,74	+ 2,03	560,80	563,03	— 3,74	+ 3,58	— 4,7	— 1,4	.....	.....	....	SO. 2	0,61
15	565,51	+ 5,78	564,29	566,68	— 3,28	+ 3,95	— 8,4	+ 0,4	.....	.....	....	NE. 1	0.00
16	567,40	+ 7,65	566,11	568,19	— 4,33	+ 2,81	— 6.7	— 1,5	.....	.....	....	NE. 2	0,07
17	569,70	+ 9,93	568,12	571,88	— 5,53	+ 1,52	— 6,9	— 3,2	.....	.....	....	NE. 2	0,10
18	572,81	+13,02	572,32	573,16	— 2,51	+ 4,45	— 4,1	+ 1,1	.....	.....	....	NE. 2	0,41
19	570,39	+10,57	568,99	571,79	+ 0,59	+ 7,46	— 0,9	+ 2,7	.....	.....	....	NE. 2	0,19
20	563,21	+ 3,36	561,77	565,35	— 0,34	+ 6,43	— 2,2	+ 2,4	.....	.....	....	NE. 1	0,27
21	557,88	— 2 00	556,86	559,64	— 4,28	+ 2,39	— 7,0	— 1,3	.....	.....	....	NE. 1	0,67
22	555,76	— 4,15	553,97	558,61	—14,59	— 8,02	—15,5	— 9,4	.....	.....	....	NE. 3	1,00
23	562,30	+ 2,36	561,09	562,89	— 6,90	— 0,43	—14,7	— 1,0	.....	.....	....	variable	0,20
24	560,51	+ 0,53	559,16	561,73	- 8,58	— 2,21	— 9,4	— 7,0	100	10,2	....	SO. 2	1,00
25	555,77	— 4,25	555,13	557,11	— 3,54	+ 2,72	— 7,0	+ 0,9	180	14,8	....	NE. 1	0,90
26	557,58	— 2,48	556,96	558,78	— 3,89	+ 2.27	— 8,0	+ 0,7	.....	.....	....	NE. 1	0,00
27	558,49	— 1,61	558,25	559,04	— 2.66	+ 3,39	— 5 1	+ 1,0	.....	.....	....	NE. 1	0 00
28	559,74	— 0,41	559,08	560,36	— 1,21	+ 4,73	— 4,9	+ 2 8	.....	.....	....	NE. 1	0,00
29	559,75	— 0,45	559,30	560,08	— 2,29	+ 3,54	— 5,3	+ 0,1	.....	.....	....	SO. 1	0.50
30	556,86	— 3,39	556,31	557,21	— 2,04	+ 3,68	— 2,8	— 0.8	40	3,0	....	SO. 1	0,99
31	558,67	— 1,63	557,38	559,64	— 1,76	+ 3.84	— 2,0	— 0,4	100	12,4	....	SO. 2	1,00

MOYENNES DU MOIS DE MARS 1881.

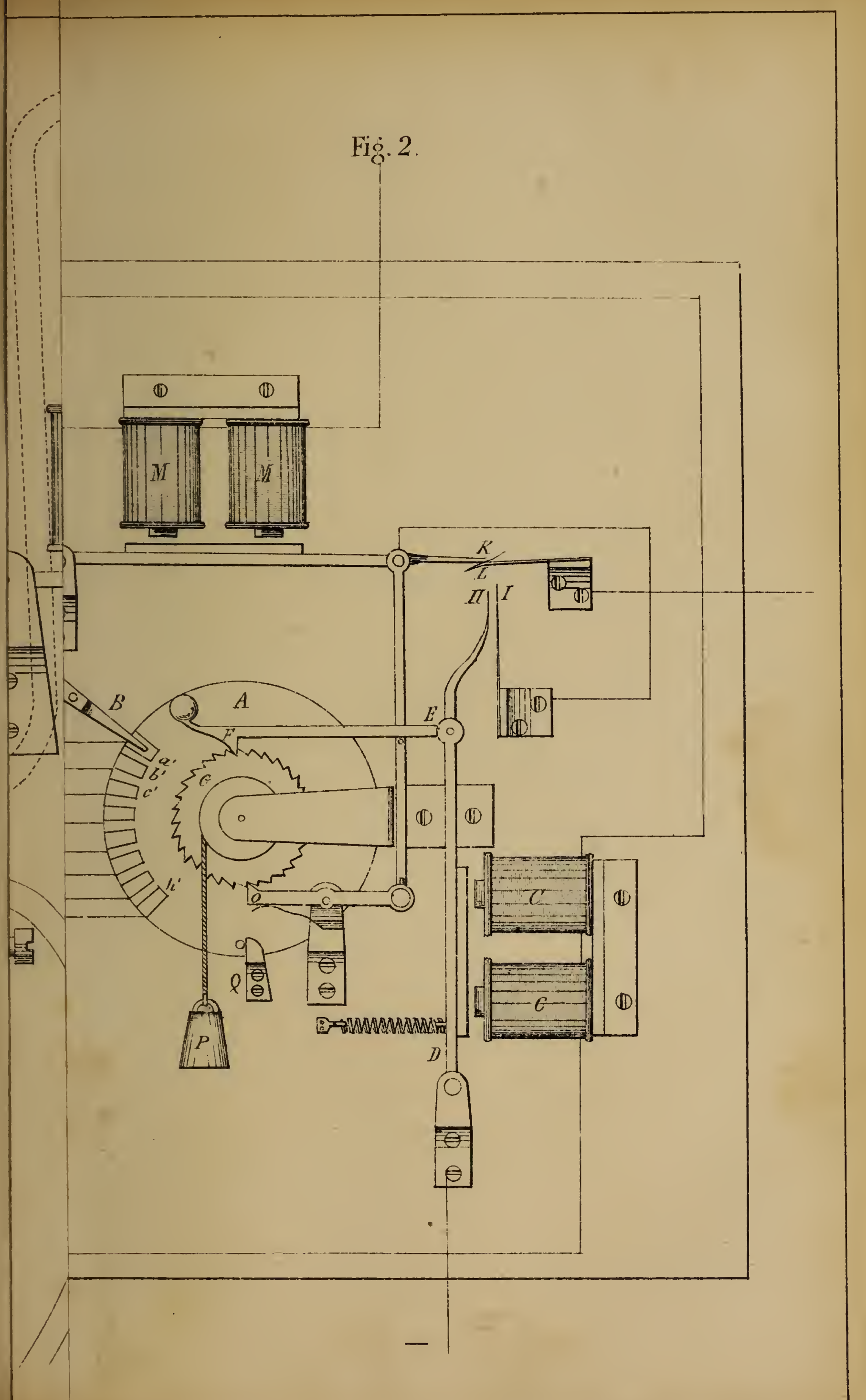
	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	562,06	562,25	562 53	562,62	562,57	562,73	562,97	563,21	563,44
2e »	566,36	566,29	566,43	566,55	566,37	566,28	566,32	566,48	566,56
3e »	558,32	558,38	558,42	558,41	558,33	558,31	558,54	558,81	558,99
Mois	562,12	562,18	562,33	562,40	562,29	562,31	562,48	562,70	562,87
Température.									
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	— 5,85	— 4,77	— 3,42	— 2,33	— 1,93	— 4,05	— 5,34	— 5,81	— 5,71
2e »	— 3,33	— 1,33	— 0,34	+ 0,72	+ 1,17	+ 0,90	— 1,44	— 2,09	— 2,27
3e »	— 6,66	— 5,25	— 3,16	— 2,19	— 1,97	— 2,56	— 4,13	— 5,25	— 5,75
Mois	— 5,33	— 3,83	— 2,34	— 1,30	— 0,95	— 1,93	— 3,65	— 4,41	— 4,62

	Min. observé.	Max. observé.	Nébulosité.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	0	0		mm	mm
1re décade	— 7,74	— 0,45	0,76	40,1	500
2e »	— 3,66	+ 1,39	0,23	—	—
3e »	— 7,43	— 1,31	0,57	40,4	420
Mois	— 6,31	— 0,16	0,52	80,5	920

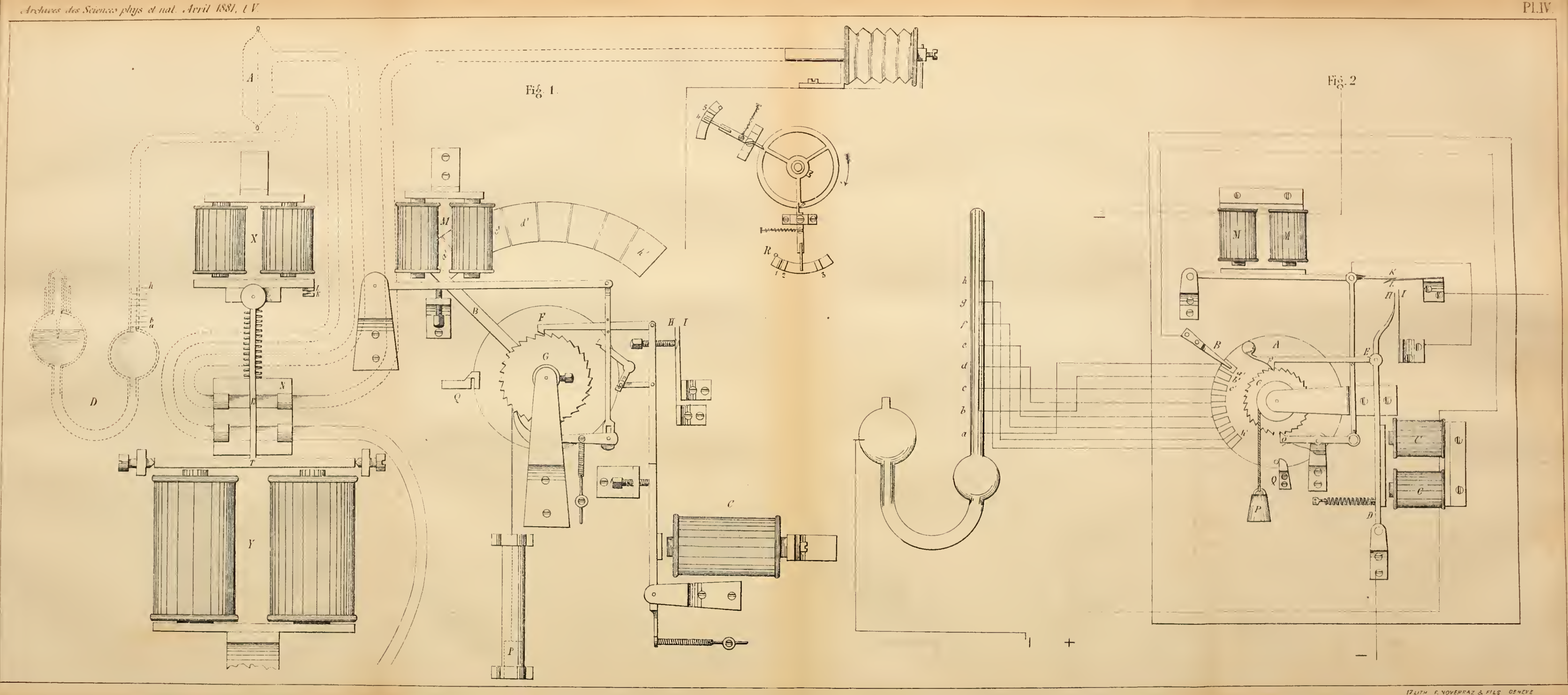
Dans ce mois, l'air a été calme 0,0 fois sur 100.

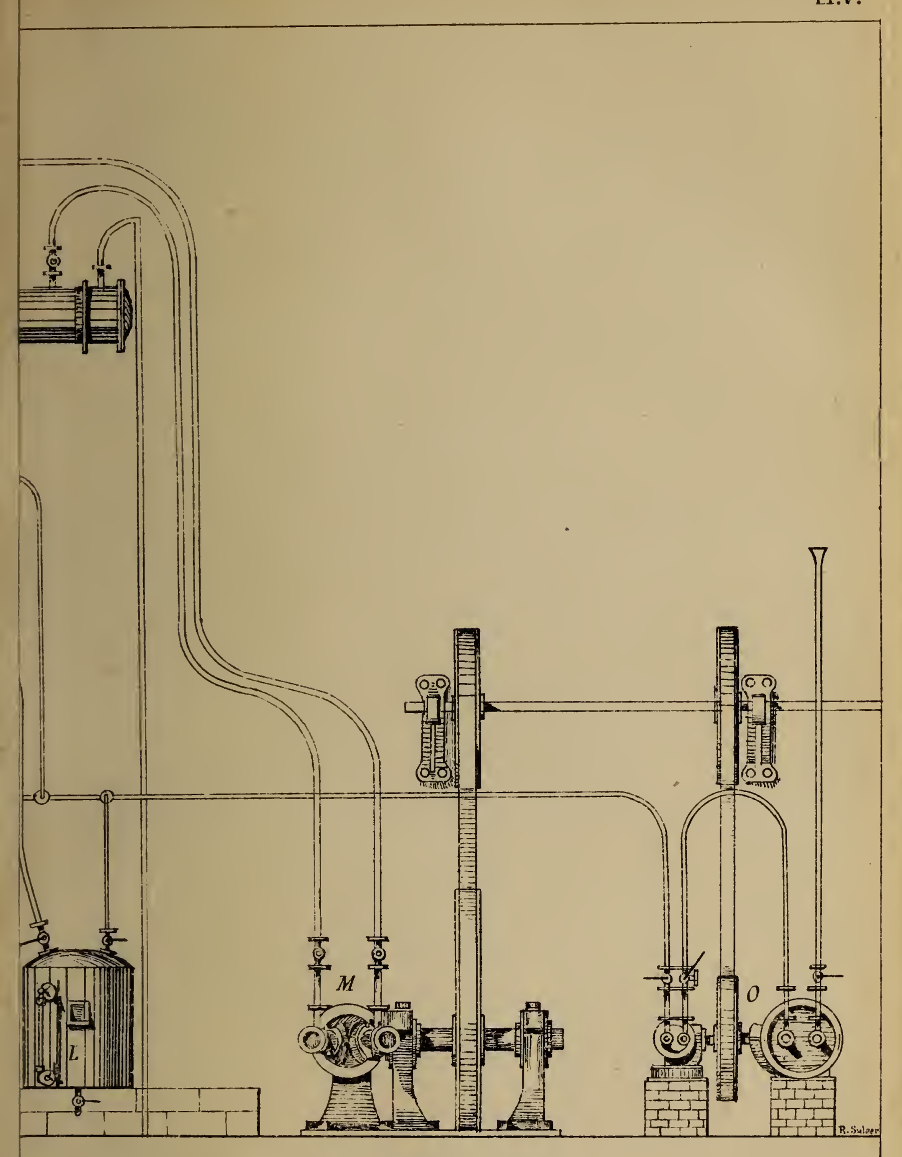
Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 2,91 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E., et son intensité égale à 78,1 sur 100.



17.LITH F. NOVERRAZ & FILS, GENEVE

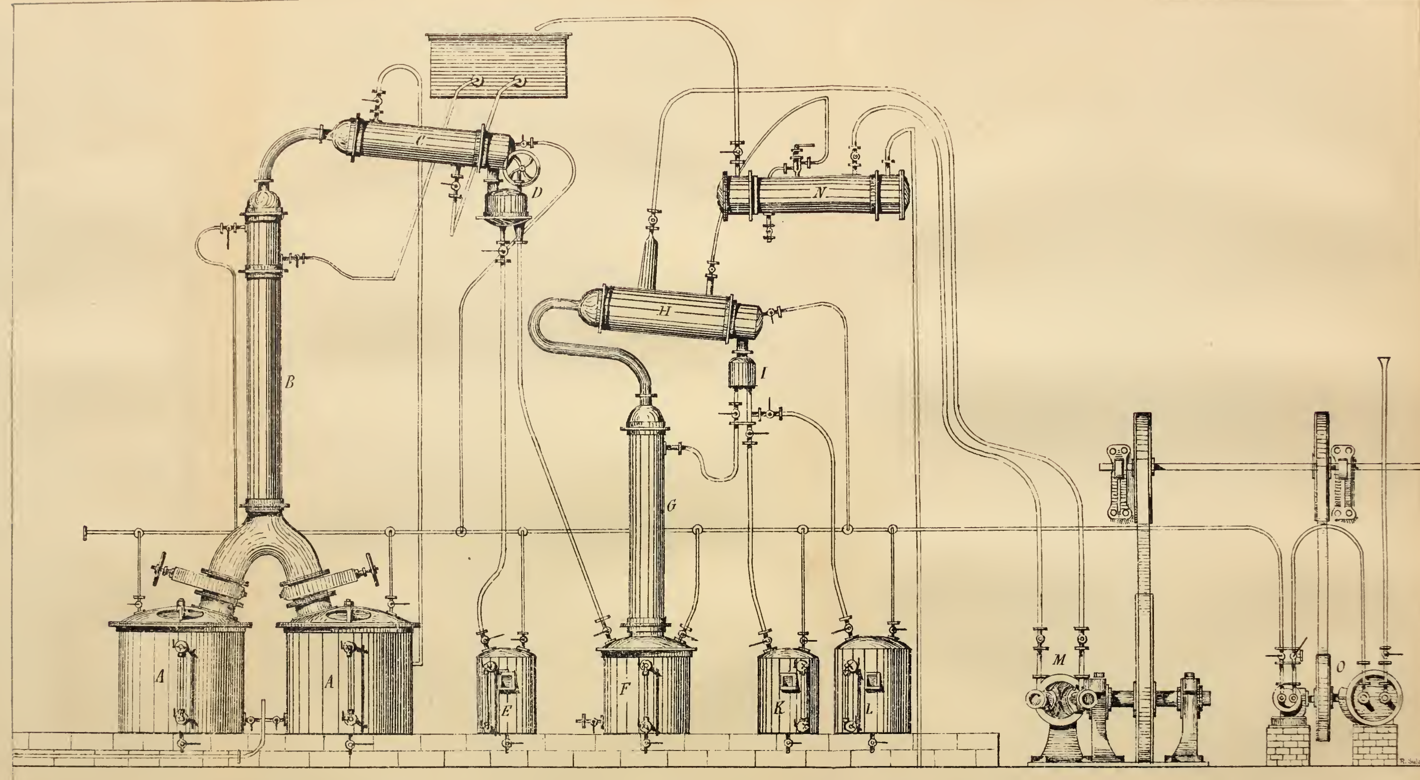

Fig. 1.
Fig. 2
A
X
Y
D
N
T
M
B
F
G
H
I
Q
C
P
R
h
g
f
e
d
c
b
a
K
L
E
+
−



ploi des basses températures.

L. Récipient de l'alcool rectifié.
M. Machine de compression à anhydride sulfureux.
N. Condenseur à anhydride sulfureux.
O. Machine pneumatique.
P. Transmission motrice de mouvement actionnée par un moteur à vapeur ou hydr^{que}.

62. Lith. F Noverraz & fils, Genève



Appareil à double effet pour la rectification de l'alcool par l'emploi des basses températures.

A. Chaudière de vaporisation des flegmes.
B. Colonne de première rectification.
C. Condensateur de première rectification.
D. Collecteur de première rectification.
E. Récipient des mauvais goûts.
F. Chaudière de 2me vaporisation.
G. Colonne de 2me rectification.
H. Réfrigérant condensateur à anhydride sulfureux.
I. Collecteur de deuxième rectification.
K. Récipient des mauvais goûts.
L. Récipient de l'alcool rectifié.
M. Machine de compression à anhydride sulfureux.
N. Condenseur à anhydride sulfureux.
O. Machine pneumatique.
P. Transmission motrice de mouvement actionnée par un moteur à vapeur ou hydr^{que}

Fig

Fi

Fig. 9

Fig. 8

Fig. 7

Fig. 5

Fig. 1

C D A B

Fig. 6

Fig. 2

G G G G G G G G G G G

$\frac{(r+s+s)+s}{(p+q+q)+q}$ Q'_3

$\frac{(r+s)+s}{(p+q)+q}$ Q'_2

$\frac{r+s}{p+q}$ Q'_1

$\frac{r}{p}$ P D

Q_n Q_3 Q_2 Q_1

D Q $\frac{s}{q}$

γ D

α D D β

A O B

Fig. 3

G E n_3 D_3 n_1+2n_2 Dn_1+2n_2 n_1+n_2 Dn_1+n_2 D_2 n_2 n_1 H D_1 A O

Fig. 4.

G E n_3 D_3 D_2 n_1 n_2 H D_1 D_0 P A Q D

LES ODONTORNITHES

OU

OISEAUX FOSSILES A DENTS DE L'AMÉRIQUE DU NORD

DÉCRITS PAR

M. MARSH[1]

Depuis l'époque de Cuvier, nos connaissances sur les Vertébrés fossiles ont fait des progrès considérables ; mais aujourd'hui le mouvement semble se ralentir un peu en Europe. Ce n'est certes pas que le zèle des paléontologistes se soit refroidi, bien au contraire; seulement les découvertes de formes nouvelles deviennent moins fréquentes. Heureusement, toutefois, que si dans notre vieux continent et dans d'autres contrées déjà bien exploitées, les gisements se sont un peu épuisés, de vastes terres vierges sont ouvertes au naturaliste, aussi bien qu'au mineur et à l'agriculteur. L'Amérique du Nord, en particulier, fournit actuellement un remarquable contingent de matériaux qui tendent à éclairer sur beaucoup de points l'histoire des enchaînements animaux. On pourrait pres-

[1] O.-C. Marsh, *Odontornithes : A Monograph on the extinct toothed Birds of North America*. Washington, 1880. 4° avec 34 pl. et 40 fig. dans le texte (United States geological Exploration of the fortieth Parallel. Clarence King, Geologist-in-charge). A paru aussi sous le titre : *Memoirs of the Peabody Museum of Yale College*, vol. I.

que dire dès à présent que, dans ce domaine, « c'est de l'occident que nous vient la lumière. »

Entre tous les musées des États-Unis où s'entassent les richesses paléontologiques rapportées du grand Ouest, on doit mentionner en première ligne celui de Yale College, à New-Haven. Les trésors qu'il renferme sont dus principalement à deux hommes qui ont contribué par des voies bien différentes au développement extraordinaire de cet établissement. George Peabody a donné une forte somme pour la construction du musée, et a constitué en outre un fonds destiné à subvenir aux dépenses futures d'agrandissement et un autre dont les intérêts sont employés à l'augmentation des collections. La générosité de ce grand philanthrope et ami des sciences a procuré les ressources pécuniaires. Ensuite, le professeur O.-C. Marsh, avec un enthousiasme, une persévérance et un talent hors ligne, a collecté d'immenses et précieux matériaux et les a mis en œuvre.

Ce n'est pas seulement à prix d'argent que ces richesses exceptionnelles en vertébrés fossiles se sont accumulées à New-Haven. Il y a dans les expéditions scientifiques entreprises par M. Marsh et ses aides un côté chevaleresque. Pour conquérir cette toison d'or de la science, les savants américains ont dû traverser d'immenses espaces dépourvus de toutes ressources; ils ont eu à endurer alternativement un froid intense ou une chaleur atteignant jusqu'à 49° C. à l'ombre; et tout cela en risquant continuellement leur vie au milieu d'Indiens hostiles! Ils ont montré une fois de plus qu'en fait de courage et d'énergie les missionnaires de la science ne le cèdent point à d'autres.

Ces hardies explorations, renouvelées pendant une douzaine d'années, ont mis le savant paléontologiste amé-

ricain en possession d'un millier d'espèces nouvelles de Vertébrés, dont près de la moitié sont encore complètement inédites[1].

Nos lecteurs nous sauront peut-être gré de donner ici un aperçu rapide des types principaux qui ont été amenés au jour et étudiés jusqu'à présent.

Ces fossiles, parmi lesquels toutes les classes de Vertébrés sont représentées, proviennent des terrains tertiaires, crétacés et jurassiques. Les bassins lacustres éocènes situés entre les Montagnes Rocheuses et la chaîne des Wasatch ont fourni des Mammifères de types entièrement nouveaux. Ceux qui constituaient l'ordre des *Dinocerata* atteignaient à peu près la grosseur des éléphants actuels, mais avec des membres plus courts. Leur tête était pourvue de fortes protubérances qui, selon M. Marsh, devaient supporter des cornes semblables à celles des Rhinocéros et au nombre de deux paires au moins[2]. Ces animaux étaient en outre armés d'énormes canines, semblables à celles du Morse; ajoutons à cela que leur cerveau était

[1] M. Marsh a fait connaître ses découvertes dans une série de mémoires qui ont paru dans l'*American Journal of Science and Arts* à partir de l'année 1868. On trouve aussi dans le même recueil (3me série, vol. XIV, 1877, p. 337-378) un résumé remarquable dû au même auteur et intitulé : *Introduction and Succession of Vertebrate Life in America*.

De nombreuses espèces de Vertébrés fossiles de l'Amérique du Nord ont été décrites également par M. Leidy et par M. Cope, dans les publications du *Geological Survey of the Territories*, dans les *Proceedings of the Acad. of Nat. Sc. of Philadelphia*, dans les *Proceed. of the Amer. Philosoph. Society*, etc.

[2] M. Alph. Milne Edwards se demande si ces protubérances osseuses ne sont pas plutôt analogues à celles de la tête des Phacochères qui ne portent que des lobes dermiques. Certains caractères de la tête du *Dinoceras mirabilis* lui semblent aussi indiquer des ressemblances avec les Porcins.

relativement plus petit que celui d'aucun autre Mammifère.

Les mêmes dépôts ont fourni un autre ordre nouveau de Mammifères, les *Tillodontia,* qui montraient des affinités avec plusieurs groupes différents. Leur crâne, leurs vertèbres et leurs membres ressemblent à ceux de certains Carnassiers; leurs incisives antérieures rappellent d'une manière frappante celles des Rongeurs; leurs molaires inférieures sont construites sur le plan de celles des Palæotherium. Cet ordre, dont les représentants les plus gros avaient environ la taille d'un Tapir, comprend deux familles qui se distinguent nettement par le mode de croissance des dents. Chez l'une (*Tillotheridæ*) les incisives seules se développaient d'une pulpe persistante; chez l'autre (*Stylodontidæ*), toutes les dents avaient ce mode de formation.

Des *Quadrumanes* provenant de ces mêmes couches semblent avoir eu des rapports à la fois avec les Lémuriens de l'ancien continent et avec les singes actuels d'Amérique. Les nombreuses formes de cet ordre, découvertes par M. Marsh, peuvent se répartir dans deux familles se distinguant par le nombre de leurs dents. Elles paraissent avoir eu des caractères peu spécialisés et avoir présenté certaines ressemblances avec les Ongulés et les Carnassiers.

Comme contemporains de ces animaux, on trouve encore des Marsupiaux et des Cheiroptères, ainsi que des représentants des diverses classes de Vertébrés autres que les Mammifères.

Des couches rapportées au miocène ont fourni des Rhinocéros qui permettent de suivre la filiation de ces animaux depuis l'éocène jusqu'au pliocène.

Dans le miocène inférieur des plaines, on a trouvé plusieurs genres formant un ordre nouveau, celui des *Brontotheridæ,* mammifères qui semblent avoir eu des rapports à la fois avec les Dinocerata et les Rhinocéros.

Les miocènes inférieurs de l'Orégon ont donné les premiers Édentés découverts en Amérique dans de vrais terrains tertiaires. On a retrouvé des animaux du même ordre dans les pliocènes d'autres États de l'ouest.

Les différents horizons des terrains de l'époque tertiaire renferment des débris éclairant d'une manière remarquable l'histoire des chevaux américains. Nous avons en Europe des indices frappants d'évolution dans la série des genres *Palæotherium, Paloplotherium, Anchitherium, Hipparion* et *Equus*; mais, en Amérique, les chaînons sont plus nombreux, les formes successives mieux reliées les unes aux autres.

On trouve dans les plus anciens tertiaires le genre *Eohippus,* représenté par plusieurs espèces ayant environ la taille d'un renard. Leurs dents étaient au nombre de 44 : leurs molaires avaient des formes tout à fait différentes des prémolaires. Le cubitus et le péroné étaient entiers et distincts. Au membre antérieur ils avaient 4 doigts bien développés et un rudiment d'un cinquième. Le membre postérieur ne portait que 3 doigts.

Chez l'*Orohippus,* de taille à peu près semblable, provenant de l'éocène supérieur, le doigt rudimentaire du membre antérieur a disparu. La dernière prémolaire a passé à la série des molaires. L'*Epihippus,* de l'éocène de l'Utah, est aussi un genre voisin des deux précédents.

Dans le miocène inférieur se trouve le *Mesohippus,* qui atteignait à peu près la taille d'un mouton. Il avait, aux pieds de devant, 3 doigts fonctionnels, presque égaux, et

un rudiment d'un quatrième; aux pieds de derrière il avait 3 doigts. Le cubitus n'est plus distinct; le tibia est incomplet.

Le *Miohippus* ressemblait beaucoup au Mesohippus, mais les doigts latéraux étaient moins longs et le stylet était très court.

Le *Protohippus*, du pliocène inférieur, est de taille plus considérable; son stylet a tout à fait disparu et les deux doigts latéraux sont devenus si petits qu'ils n'atteignent plus le sol et sont réduits comme ceux des daims et des bœufs.

Le *Pliohippus*, qui se trouve dans un horizon encore plus élevé du pliocène et est de la taille d'un âne, a perdu les doigts rudimentaires. Il n'a plus que des stylets, mais ceux-ci sont beaucoup plus longs que ceux des Équidés actuels.

Enfin, on arrive à des chevaux rentrant tout à fait dans le genre *Equus*.

De même que dans nos genres fossiles d'Europe, mais d'une manière plus graduelle, plus nuancée, on constate dans les caractères qu'offrent le crâne, le cerveau, les dents, des changements marchant de pair avec ceux des membres. Les formes servant à établir cet arbre généalogique des chevaux sont au nombre de plus de quarante.

Les dépôts crétacés de l'Ouest ont enrichi le Musée de Yale College de types excessivement intéressants. C'est dans ces couches que sont renfermés ensemble les oiseaux à dents, dont nous allons parler d'une manière spéciale, et des Ptérodactyles qui, au contraire, avaient les mâchoires dépourvues de dents et dont la queue était rudimentaire. Certains de ces reptiles atteignaient des dimen-

sions considérables, car leur envergure était de près de 25 pieds. Avec eux aussi ont été ensevelis des Mosasaurides représentés par deux familles nouvelles, plusieurs nouveaux genres et de nombreuses espèces.

Les Dinosauriens crétacés sont remarquables à plusieurs égards et en particulier par leur taille; ainsi le *Titanosaurus montanus,* découvert dans le Colorado, avait environ 50 à 60 pieds de long. Lorsqu'il était debout, c'est-à-dire appuyé sur les pattes de derrière, il mesurait environ 30 pieds de hauteur! D'autres Reptiles appartenant au même groupe et contemporains de ces colosses n'atteignaient pas la grosseur d'un chat.

Les terrains jurassiques des Montagnes Rocheuses, et en particulier des dépôts que M. Marsh a appelés les « couches à Atlantosaurus » ont fourni aussi récemment des matériaux très importants pour l'histoire des Reptiles et des Poissons. C'est là qu'ont été trouvés des Dinosauriens encore plus grands que ceux que nous venons de citer; ce sont les animaux terrestres les plus gigantesques que l'on connaisse. L'*Atlantosaurus immanis* avait un fémur qui mesurait plus de 6 pieds d'une de ses extrémités à l'autre. Ces dimensions sont celles qu'aurait cet os chez un crocodile de plus de 100 pieds de long.

Dans ces mêmes couches ont été trouvés les seuls Mammifères jurassiques découverts jusqu'à présent en Amérique.

Les collections paléontologiques qui, suivant l'expression d'un géologue anglais, remplissent le Musée de Yale College « de la cave au grenier, » ne sont pas seulement remarquables par les types nouveaux et intéressants qu'elles renferment, mais aussi par la conservation parfaite d'une grande partie des échantillons et par le nombre considé-

rable d'individus permettant d'étudier à fond les genres et les espèces. Ainsi, les ordres des Dinocerata et des Brontotheridæ sont représentés chacun par plus de 200 individus; les Ptérodactyles sans dents (Pteranodontia) par plus de 600; les Mosasauriens par plus de 1200. Il y a plus de 5000 échantillons de Reptiles et de Poissons des crétacés de l'Ouest.

Après avoir décrit plus ou moins brièvement les formes principales qu'il a découvertes, M. Marsh entreprend maintenant la publication complète de ces documents inestimables dans une série de monographies détaillées. Celle que nous avons sous les yeux sera suivie d'une histoire des *Dinocerata* et d'un mémoire sur la généalogie du cheval.

La monographie des Odontornithes forme un magnifique volume de plus de 200 pages de texte grand in-4°, accompagné de 34 planches, dont un grand nombre dépassent de beaucoup les dimensions du texte. Outre ces planches, qui sont fort bien lithographiées, il y a dans le texte 40 figures sur bois parfaitement exécutées. Le volume se termine par un synopsis des oiseaux crétacés d'Amérique dont on connaît aujourd'hui 19 espèces.

M. Marsh répartit les oiseaux dentés de l'Amérique du Nord dans deux ordres auxquels il donne les noms de *Odontolcæ* et *Odontotormæ*. Les *Odontolcæ* avaient les dents disposées dans des gouttières des maxillaires, des vertèbres comme celles des oiseaux actuels, des ailes rudimentaires, pas de métacarpiens, et un sternum sans bréchet. Les *Odontotormæ* avaient leurs dents implantées dans des alvéoles, des vertèbres biconcaves, des ailes bien développées, des métacarpiens confondus et un sternum pourvu d'un fort bréchet.

ODONTOLCÆ

L'ordre des *Odontolcæ* n'est formé jusqu'à présent que par le genre *Hesperornis,* dont les collections de Yale College renferment une cinquantaine d'individus, se rapportant à trois espèces. La mieux représentée et celle sur laquelle ont principalement porté les études est l'*Hesperornis regalis,* dont on possède des squelettes à peu près complets, car il ne manque qu'une ou deux phalanges terminales des pattes et la partie tout à fait extrême de la queue.

Dans cette espèce, la tête est longue et étroite, sa portion rostrale formant environ les deux tiers de la longueur totale. Elle a une forme qui rappelle beaucoup celle des Plongeons (Colymbus); toutefois, cette ressemblance n'est que superficielle et due peut-être à l'adaptation. Par ses caractères ostéologiques les plus importants, la tête osseuse de l'Hesperornis présente des affinités frappantes avec celle des Ratitæ (Struthionides). On y retrouve les trois caractères distinctifs que M. Huxley a indiqués comme distinctifs des *Ratitæ* opposés aux *Carinatæ.*

Une autre particularité remarquable de cette tête consiste dans les faibles dimensions de sa cavité crânienne qui, proportions gardées, était trois fois plus petite que celle d'un Plongeon (Colymbus torquatus). La différence porte principalement sur les hémisphères cérébraux qui étaient relativement beaucoup moins volumineux que dans aucun des oiseaux actuels et ressemblaient beaucoup à ceux de certains Reptiles. Les lobes olfactifs étaient grands et allongés. Les lobes optiques offraient des rapports remarquables de forme et de position avec ceux des Reptiles. Le cervelet était grand et présentait

les mêmes affinités. En somme, on peut dire que le cerveau de l'Hesperornis était plus reptilien que celui d'aucun oiseau adulte connu.

L'étude de la cavité cérébrale de cet animal amène M. Marsh à conclure que les lois qu'il a établies pour le développement du cerveau chez les Mammifères dans la série géologique s'appliquent aussi aux Oiseaux. On peut les formuler de la manière suivante :

1° Tous les Mammifères tertiaires avaient de petits cerveaux.

2° Il y a eu une augmentation graduelle des dimensions du cerveau pendant la période tertiaire.

3° L'augmentation a porté principalement sur les hémisphères cérébraux, c'est-à-dire sur la partie la plus *élevée* du cerveau.

4° Dans certains groupes les circonvolutions du cerveau sont devenues graduellement plus compliquées.

5° Dans quelques-uns même les dimensions du cervelet et des lobes olfactifs ont diminué.

6° Il y a quelques preuves que la même loi générale de développement du cerveau se vérifie aussi chez les Oiseaux et les Reptiles depuis l'époque crétacée jusqu'à nos jours.

La mandibule inférieure était longue; ses branches grêles n'étaient réunies à la symphyse que par un ligament, ce qui est un caractère inconnu chez les oiseaux adultes dans la nature actuelle. Le splénial et l'angulaire étaient unis par une articulation imparfaite qui permettait probablement un certain mouvement, et toutes les autres sutures sont distinctes.

L'Hesperornis avait des dents aussi bien caractérisées que celles des Reptiles. A la mâchoire supérieure, elles

existaient seulement au maxillaire; l'intermaxillaire en était complètement dépourvu. Dans le maxillaire inférieur elles étaient portées sur presque toute la longueur du bord de l'os dentaire. Tant en haut qu'en bas, elles étaient implantées dans une gouttière continue, à peu près comme cela se voit chez les Ichthyosaures. Des parois de la gouttière de petites saillies, s'avançant entre les dents, constituaient de légères indications d'alvéoles; mais ces saillies n'étaient cependant pas suffisantes pour diminuer d'une manière notable la largeur de la gouttière, et les dents étaient probablement retenues en place par du cartilage. Il y en avait 14 dans le maxillaire supérieur et 33 dans le maxillaire inférieur.

Le remplacement des dents se faisait chez l'Hesperornis comme chez certains Reptiles; le germe de la nouvelle dent se formait du côté interne de la dent existante; celle-ci était graduellement minée, et enfin remplacée par la nouvelle qui occupait la même position qu'elle.

La couronne se composait de dentine recouverte d'une couche d'émail. Le caractère des dents était éminemment reptilien; par la forme de leur racine et de leur couronne elles ressemblent d'une manière frappante à celles des Mosasaures.

Les vertèbres situées en avant du sacrum offrent les caractères principaux des vertèbres correspondantes chez les Oiseaux actuels; en particulier, on doit remarquer que leur corps est tout à fait construit sur le type ornithique normal. Le cou était long et grêle, composé de 17 vertèbres cervicales; on en compte 23 entre le crâne et le sacrum. Dans les vertèbres de l'Hesperornis on trouve des cavités médullaires, mais aucune d'entre elles ne présente de trous pneumatiques.

Comme chez les Autruches et autres Ratitæ, le sternum manque de bréchet. Les clavicules sont séparées et diffèrent de celles de tous les Oiseaux actuels adultes, bien que ressemblant à ces mêmes os dans quelques formes embryonnaires. L'humérus était le seul représentant des ailes chez l'Hesperornis ; ou, s'il y avait en outre quelques osselets, ils ne tenaient à l'humérus que par du cartilage et n'ont pas laissé de traces de leur union avec cet os. Il était long et très grêle, un peu recourbé en bas, surtout dans sa moitié distale. On n'y distingue pas de crête radiale ou ulnaire et on ne voit pas de trace de facettes articulaires à son extrémité distale.

Les côtes n'ont rien qui les distingue de celles des oiseaux actuels.

La ceinture pelvienne, qui ressemble pour la forme générale à celle d'un Grèbe, présente certains caractères erpétiques qui se retrouvent en partie dans les Ratitæ et dans les Tinamous.

Le sacrum est très long et étroit, et les vertèbres qui le composent sont soudées entre elles. On en compte 14 qui sont ainsi ankylosées, mais quelques-unes des antérieures doivent être considérées comme des sacro-dorsales et quelques-unes des postérieures comme des caudales.

La queue de l'Hesperornis regalis est conservée, sauf un très petit fragment de sa partie terminale. Elle devait être composée de 12 vertèbres, nombre inférieur à celui que l'on compte chez l'Archæopteryx (20), mais supérieur à ce que l'on observe chez tous les oiseaux actuels, sauf peut-être l'*Alca impennis*. Les vertèbres des régions moyenne et postérieure ont des apophyses transverses très longues et étalées horizontalement, ce qui devait limiter considérablement les mouvements latéraux et indique

clairement que l'organe avait surtout des mouvements verticaux aidant à l'oiseau pour plonger. Les trois ou quatre dernières vertèbres étaient soudées et formaient une masse terminale aplatie, horizontale, correspondant à l'os en soc de charrue des oiseaux modernes, bien qu'en différant considérablement. En somme, cette queue rappelle beaucoup, par ses dispositions générales, celle du Castor.

Quant au membre postérieur, il montre une adaptation frappante à un genre de vie aquatique, et c'est avec celui des Grèbes qu'il présente les plus grands rapports. Le fémur est remarquablement court et robuste, et l'est même plus que chez aucun oiseau vivant ou fossile. Dans l'*H. regalis* et dans l'*H. crassipes* sa largeur égale ou surpasse la moitié de sa longueur.

Le tibia, qui est de beaucoup le plus grand os du squelette, est très long et très puissant. La rotule est un grand os entièrement distinct du tibia ; elle ressemble pour ses proportions générales à celle du Grèbe, avec d'autres caractères rappelant celle du *Sula bassana ;* sa longueur est à peu près égale à celle du fémur. Le péroné rappelle tout à fait celui du Grèbe.

Le tarso-métatarse présente la modification la plus extrême d'une forme qui caractérise les Oiseaux plongeurs actuels. Dans l'*Hesperornis regalis* adulte, les deuxième, troisième et quatrième métatarsiens sont complètement soudés en un fort os comprimé latéralement ; mais dans la plupart des échantillons il reste des traces des sutures. Le quatrième métatarsien l'emporte tellement sur les autres par ses dimensions, qu'il forme de beaucoup la plus grande partie de tout le tarso-métatarse. Chez l'*H. crassipes* le tarso-métatarse est plus fort et plus massif que

chez l'*H. regalis*. D'autre part, celui de l'*H. gracilis* a des proportions plus grêles.

Le pied des Hesperornis ressemble plus à celui des *Podiceps* qu'à celui d'aucun autre genre connu; mais les proportions des doigts sont différentes et tout à fait spéciales. Le doigt externe (quatrième) est de beaucoup le plus fort, étant plus puissant que le médian et même que les trois autres doigts réunis. Le premier doigt (pouce), composé de deux phalanges, était dirigé en dedans et en avant comme chez les Colymbus. Les petites dimensions de ce doigt et la forme de ses articulations montrent qu'il devait jouer un très faible rôle dans la locomotion.

En résumé, M. Marsh est arrivé aux résultats suivants:

L'*Hesperornis regalis* était un oiseau d'assez grande taille, ayant $1^{m},80$ de longueur du bout du bec à l'extrémité de la queue. Pourvu d'os massifs, absolument incapable de voler, son organisation était essentiellement celle d'un oiseau nageur et plongeur. Il vivait dans une mer peu profonde, à température tropicale, dans laquelle s'élevaient des îles basses marquant la place qu'occupent actuellement les Montagnes Rocheuses. Il trouvait là des Poissons nombreux et variés qui formaient sans doute sa nourriture, et dont son cou long et flexible, ses mandibules garnies de dents recourbées lui permettaient de s'emparer facilement. M. Marsh pense que la réunion des branches de la mandibule inférieure, qui ne se faisait que par du cartilage, comme chez les serpents et une articulation permettant de chaque côté un certain mouvement, lui donnaient la faculté d'avaler des proies relativement considérables.

Non seulement les dents de l'Hesperornis ressemblent à celles des Reptiles pour la forme, la structure, le mode

de remplacement, mais leur implantation dans un sillon alvéolaire commun est tout à fait identique à celle que l'on trouve chez certains Reptiles anciens, tels que les Ichthyosaures. Cette disposition constitue un caractère plus primitif qu'on n'aurait pu s'attendre à en rencontrer chez un animal ayant des vertèbres construites sur le même type que celles des oiseaux actuels.

Les ailes rudimentaires indiquent évidemment que l'on a affaire à un type dégradé, du moins en ce qui concerne les organes du vol.

M. Marsh est disposé à considérer les caractères struthioniques de l'Hesperornis comme preuves de réelles affinités, et dans ce cas cet oiseau serait une Autruche carnivore, douée de la faculté de nager. Les caractères des pattes et des ailes auraient été acquis sur terre, comme ceux des Ratitæ, et ensuite adaptés à une vie aquatique.

Bien que l'Hesperornis puisse avoir été toujours inapte au vol, il n'est pas impossible que son membre antérieur n'ait servi primitivement à aider la locomotion et ne se soit atrophié plus tard.

Il est difficile de savoir si sa queue élargie, rappelant celle du Castor, était dépourvue de plumes, ou, ce qui est plus probable, portait de longues rectrices rigides semblables à celles des Anhinga (Plotus).

ODONTOTORMÆ

Les oiseaux de cet ordre, d'après ce que l'on en connaît, étaient de petite taille, dépassant à peine la grosseur d'un pigeon, avec des ailes puissantes et des membres postérieurs très petits. Ils différaient plus des Odontolcæ que les oiseaux actuels ne diffèrent entre eux. Quelques-

uns de leurs caractères, tels que celui qui est tiré de leurs vertèbres biconcaves, les séparent profondément de tous les oiseaux vivants et fossiles, et indiquent qu'ils descendaient d'ancêtres d'une organisation très inférieure.

Le musée de Yale College possède 77 individus ayant appartenu à ce groupe. Ils se répartissent dans deux genres bien distincts, auxquels M. Marsh a donné les noms de *Ichthyornis* et *Apatornis*; le premier est représenté par plusieurs espèces, le second par une seule. Les uns et les autres rappellent les Hirondelles de mer et devaient avoir des mœurs semblables à celles de ces oiseaux.

La structure de la tête présente quelques points intéressants, ainsi l'extrémité supérieure de l'os carré n'offre, comme chez l'Hesperornis et les Ratitæ, qu'une seule facette. Le cerveau était remarquablement petit et fortement « reptilien; » il ressemblait plus à celui de l'Hesperornis qu'au cerveau d'aucun autre oiseau connu; son volume était égal à moins du tiers de celui de la Sterna cantiaca; les hémisphères cérébraux égalaient moins du quart de ceux de cette Sterne.

Dans l'échantillon, type de l'*Ichthyornis dispar* les deux branches de la mandibule inférieure sont conservées et l'on peut constater qu'elles sont séparées et n'avaient dû être réunies en avant que par du cartilage. Elles sont grandes, massives, presque droites; la partie qui porte les dents est tellement semblable à la région correspondante chez quelques petits Mosasauriens, que si l'on n'avait que cette partie du squelette, il serait difficile de distinguer à quel animal elle se rapporte. Les dents étaient implantées dans des alvéoles distinctes. Elles sont tranchantes, pointues, plus ou moins comprimées et fortement recourbées. Dans

le maxillaire supérieur, les alvéoles serrées les unes contre les autres sont nettement séparées par une mince cloison osseuse; elles sont ovales et peu profondes. L'intermaxillaire n'étant pas conservé, on ne peut pas savoir si cet os portait des dents, ou s'il en manquait, comme celui de l'Hesperornis. Les alvéoles du maxillaire inférieur étaient elliptiques et en général plus profondes et plus séparées que celles du maxillaire supérieur. Dans une mandibule d'*I. dispar*, on compte 21 alvéoles; les deux autres espèces présentent quelques différences relativement aux proportions des mâchoires et au nombre des dents.

Le remplacement des dents se faisait verticalement, comme chez les Crocodiles et les Dinosauriens, et non latéralement comme chez les Hesperornis et les Mosasaures.

La série des vertèbres présacrales n'est complète chez aucun individu, mais M. Marsh a pu étudier les caractères individuels de ces os qui sont très remarquables. L'axis a sa facette postérieure distinctement concave, surtout dans le sens vertical. La forme biconcave est bien accusée dans celles des vertèbres suivantes qui ont été conservées.

La ceinture thoracique des Ichthyornis et des Apatornis est construite tout à fait sur le plan de celle des Carinatæ actuels doués d'un vol puissant. Les os de l'épaule présentent chez les deux genres en question des différences sur lesquelles nous n'insisterons pas. Les ailes, dont les os sont presque tous conservés chez l'Ichthyornis, montrent aussi ces mêmes caractères d'oiseaux bons voiliers et n'offrent que de très légères indications d'affinités erpétiques. Les deux os du carpe, les éléments soudés du métacarpe et les phalanges peuvent être comparés à ceux d'un Cormoran (Graculus).

Par contre, dans les deux genres Ichthyornis et Apatornis, la ceinture pelvienne montrait quelques caractères erpétiques dont l'un est commun avec l'Hesperornis. Le sacrum de l'I. dispar est formé de la réunion de 10 vertèbres ; la partie postérieure est plus courte que chez l'Hesperornis et les vertèbres sont moins confondues, ce qui indique une moindre force dans les pattes.

Les os du bassin de l'Ichthyornis sont fortement soudés entre eux, mais, comme chez l'Hesperornis, l'ischion n'est pas réuni en arrière à l'iléon. Chez l'Apatornis cette région ressemble beaucoup à celle de l'Ichthyornis.

La queue de l'Ichthyornis est construite tout à fait sur le plan de celle des oiseaux actuels, circonstance, digne de remarque chez un oiseau de l'époque secondaire.

Les parties des pattes des Odontotormæ qui ont été conservées, concordent tout à fait avec celles des Carinatæ.

L'Ichthyornis présentait, comme on vient de le voir, une combinaison bizarre de caractères. Par ses ailes et ses pattes il se rapprochait tout à fait des oiseaux actuels. Les tubercules qu'on distingue sur le cubitus prouvent que cet os portait des rémiges. D'autre part, ses mâchoires et ses dents, la structure de la base de son crâne et la petitesse de son cerveau offraient des traits de Reptiles qui manquent tout à fait aux oiseaux modernes. Enfin, ses vertèbres biconcaves l'éloignent encore plus de tous les oiseaux connus. A propos de cette structure des vertèbres, M. Marsh discute la question du passage des corps de vertèbres biconcaves à ceux en forme de selle des autres oiseaux. Il montre que la troisième vertèbre cervicale de l'Ichthyornis présente des indications de la tran-

sition d'une des formes à l'autre et recherche quelles causes physiologiques ont pu amener cette modification anatomique. Il serait difficile de le suivre sur ce terrain sans entrer dans beaucoup de détails et sans avoir des figures pour bien faire comprendre la marche des transformations successives.

En résumant les caractères fournis par les différents types anciens d'oiseaux qui sont connus actuellement, on voit qu'on peut admettre, au moins provisoirement, avec M. Marsh, une sous-classe des ODONTORNITHES ou oiseaux pourvus de dents comprenant ses *Odontolcæ* et ses *Odontotormæ*, auxquels il faut joindre l'Archæopteryx constituant l'ordre des *Saururæ* de Hæckel. Ce dernier type, qui est le plus ancien de tous, a des caractères moins ornithiques, si l'on peut dire, que les deux premiers. Il s'en distingue particulièrement par son membre antérieur conformé comme celui d'un Lézard et par sa longue queue rappelant aussi celle d'un Saurien.

Malgré la conservation très parfaite, à beaucoup d'égards, du nouvel échantillon de Pappenheim, on ne peut pas encore dire si l'Archæopteryx se rapprochait plus des Hesperornis ou des Ichthyornis pour certains points de son organisation, tels que le mode d'implantation des dents et la forme des vertèbres. Quant à sa ceinture thoracique, qui est mal conservée, M. Vogt pense, d'après l'examen rapide qu'il en a fait, qu'elle était plutôt celle d'un reptile que d'un oiseau.

Le tableau suivant, que nous empruntons à M. Marsh, en le complétant seulement pour ce qui concerne le sternum de l'Archæopteryx, donne une idée très nette des différences qui séparent les trois ordres d'Odontornithes les uns des autres.

Sous-classe ODONTORNITHES (Aves Dentatæ), Marsh.

Ordre ODONTOLCÆ, Marsh.	ODONTOTORMÆ, Marsh.	SAURURÆ, Haeckel.
Genre *Hesperornis*, Marsh.	*Ichthyornis*, Marsh.	*Archæopteryx*, H.v. Meyer
Dents dans une gouttière.	Dents dans des alvéoles.	Dents dans . . . . . ?
Branches de la mandibule inférieure séparées.	Branches de la mandib. inf. séparées.	Branches . . . . . . ?
Vertèbres en forme de selle.	Vertèbres biconcaves.	Vertèbres. . . . . . ?
Ailes rudimentaires.	Ailes grandes.	Ailes petites.
Métacarpiens nuls.	Métacarpiens ankylosés.	Métacarpiens séparés.
Sternum sans crête.	Sternum sans crête.	Sternum sans crête.
Queue courte.	Queue courte.	Queue plus longue que le corps.

Il y a soixante ans, E. Geoffroy Saint-Hilaire [1] commençait un mémoire d'anatomie par ces mots :

« Qu'il y ait un véritable système dentaire chez les oiseaux, c'est à croire, dira-t-on, *quand les poules auront des dents.* » Puis il annonçait avoir découvert des dents chez des fœtus d'oiseaux. Ce que l'illustre anatomiste français avait vu se trouvait être simplement des papilles n'ayant aucun droit à être considérées comme les homologues de vraies dents. Mais si l'assertion de Geoffroy Saint-Hilaire n'a pas été ratifiée [2], nous savons pourtant maintenant qu'il a existé dans la période secondaire, pendant les époques jurassique et crétacée, des animaux que l'on doit appeler des oiseaux et qui portaient des dents parfaitement organisées. Nous retrouvons chez ces oiseaux anciens d'autres traits d'organisation qui, jusqu'à présent,

[1] Mémoire lu à l'Académie des sciences de Paris le 11 juin 1821. Et : *Système dentaire des Mammifères et des Oiseaux.* 8°, avec 1 pl. Paris, 1824.

[2] M. E. Blanchard (*Comptes rendus,* 1860, tome L, p. 540), a décrit, il est vrai, chez de jeunes perroquets des papilles qui contiendraient de la dentine ; mais, plus récemment, la présence de cette substance dans les organes en question a été mise fortement en doute par M. Braun (Die Entwicklung des *Melopsittacus undulatus.* Arbeiten aus dem Zool. — Zootom. Instit. in Würzburg, vol. V, 1879, p. 179).

avaient été considérés comme spéciaux aux reptiles. La découverte de ces fossiles est venue confirmer d'une manière éclatante les idées de M. Huxley sur les liens étroits qui unissent les oiseaux aux reptiles et prouver, comme il l'avançait en 1867, que l'on n'exagère point ces ressemblances en disant que « les oiseaux sont des reptiles très modifiés. » On peut être à peu près certain que les jurassiques inférieurs ou les triasiques nous révéleront des formes dans lesquelles l'élément erpétique se présentera dans des proportions encore plus fortes que chez les Odontornithes américains et chez l'Archæopteryx.

L'analyse rapide que nous venons de donner permettra, nous l'espérons, de saisir les résultats principaux auxquels est arrivé M. Marsh en ce qui concerne ces singuliers oiseaux ; mais l'étude du texte original et celle des planches qui l'accompagnent sont nécessaires pour faire apprécier la manière magistrale avec laquelle le sujet a été traité par le célèbre paléontologiste américain. Espérons qu'il fera paraître bientôt, sur d'autres parties des trésors de Yale College, de nouvelles monographies aussi parfaites que celle-ci.

Pendant que nous revoyons les épreuves de l'article qui précède, il nous parvient un numéro de l'*American Journal of Science,* contenant de nouvelles notices paléontologiques de M. Marsh. L'une[1], entre autres, est relative à la découverte d'un oiseau fossile dans les couches

[1] O.-C. Marsh, Discovery of a Fossil Bird in the Jurassic of Wyoming. *American Journal of science.* 3e sér. Vol. XXI. Avril 1881, p. 341-342.

à Atlantosaurus du Wyoming. La pièce, bien que très imparfaite, offre de l'intérêt, puisque l'on n'avait trouvé encore aucune trace d'oiseaux dans les terrains jurassiques des États-Unis.

Le *Laopteryx priscus*, nov. gen. et sp., est connu seulement par la partie postérieure de son crâne qui indique des dimensions un peu supérieures à celles du Ardea herodias. On peut y constater que les os de cette région étaient pneumatisés. L'os carré avait une tête entière. La cavité cérébrale était relativement petite, mais les hémisphères étaient bien développés; une faible crête séparait les hémisphères des lobes optiques qui étaient saillants.

Par le peu que l'on en connaît, cet oiseau ressemblait plus aux Ratites qu'aux autres oiseaux actuels.

Dans la gangue qui renfermait ce crâne on a trouvé une seule dent dont les caractères rappellent surtout celles des Odontornithes et spécialement celles des Ichthyornis.

A. HUMBERT.

ÉTUDE

SUR LA

CONSTITUTION CHIMIQUE DES SUBSTANCES ALBUMINOIDES

PAR

M. le Dr A. DANILEWSKY

(Suite.)

Les substances protalbiques ne sont pas seulement des produits artificiels de transformations des substances albuminoïdes; mais, comme nous le verrons bientôt, elles se trouvent aussi toutes formées dans l'organisme animal et végétal. Il est hors de doute qu'elles sont des produits intermédiaires indispensables de la métamorphose régressive des substances albuminoïdes, et il est également très probable qu'elles jouent aussi un rôle important dans la métamorphose progressive. Cette importance biologique nécessite des recherches approfondies sur tout ce groupe.

En ce qui concerne d'abord leur préparation, on doit signaler qu'elles peuvent être obtenues non seulement de l'albumine d'œuf, mais aussi de toutes les albumines, sous l'influence des alcalis. Leur formation, c'est-à-dire la réaction chimique, est la même, quelle que soit la substance albuminoïde qu'on emploie; car il y a toujours une élimination de calcium, de magnésium et d'acide phosphorique, et la substance albuminoïde primitivement non acide le devient. Plus la substance est riche en soufre,

plus l'élimination de cet élément est grande pendant cette transformation. Toutes les substances albuminoïdes ne peuvent pas être transformées avec la même facilité en substances protalbiques acides; ainsi la myosine et la syntonine exigent plus d'alcalis et plus de temps que les albumines d'œuf ou de sang. Le mode de préparation des substances albuminoïdes a, en outre, aussi une certaine influence; par exemple l'albumine obtenue du blanc d'œuf par précipitation avec l'eau est le plus facilement transformée en substance protalbique, tandis qu'elle l'est plus lentement si elle a été obtenue par précipitation avec l'alcool ou par coagulation par la chaleur.

La formation de ces produits acides consistant seulement dans l'élimination de quelques groupes inorganiques d'atomes et dans l'introduction d'oxhydriles à leur place (voir plus bas), il est évident que les substances protalbiques d'origine différente doivent différer entre elles comme différaient entre elles les substances mères.

J'ai préparé des produits protalbiques d'aprés le procédé que j'ai déjà eu l'occasion de mentionner plusieurs fois, avec les substances albuminoïdes suivantes : le blanc d'œuf, l'albumine du sang, la myosine, la syntonine, l'albumine végétale, le gluten, l'avenine, la légumine. A cause de sa pureté, c'est l'albumine d'œuf qui est la plus appropriée à cette préparation.

Lorsque l'action de l'alcali sur la substance albuminoïde choisie est terminée, le liquide alcalin est neutralisé. Plus la substance est riche en soufre, plus le dégagement d'hydrogène sulfuré est grand lorsqu'on neutralise; il empêche souvent la précipitation complète du produit, et le précipité le retient en partie. Pour s'en

débarrasser, il est utile de neutraliser avec un acide étendu tant qu'il n'y a pas de précipitation et que le liquide possède encore une réaction alcaline, ensuite on l'abandonne à l'air pendant 20 à 30 heures dans un vase à très large ouverture, et au bout de ce temps on termine la précipitation.

Il a déjà été mentionné plus haut qu'avec la concentration de la solution alcaline, la durée de l'action, la quantité des substances protalbiques augmente généralement, et qu'en outre il se forme des quantités de plus en plus grandes des membres inférieurs de ce groupe de corps. Il y a un excellent moyen, basé sur les propriétés optiques de l'albumine et des substances protalbiques, pour pouvoir poursuivre approximativement le degré de transformation dans la solution alcaline.

En dissolvant de l'albumine d'œuf récemment précipitée dans de la soude caustique de 0,5-2,0 $^{0}/_{0}$, et en examinant de temps en temps le pouvoir rotatoire de la solution filtrée abandonnée à la température de la chambre, on trouve que tant que l'albumine n'est pas modifiée, le pouvoir rotatoire reste le même (on prélève une petite quantité qu'on neutralise exactement, le précipité est bouilli avec de l'alcool à 50 $^{0}/_{0}$, on filtre à chaud et on refroidit le liquide filtré), mais dès que l'alcool chaud commence à extraire des substances protalbiques acides, on trouve le pouvoir rotatoire augmenté. Cette augmentation du pouvoir optique du liquide croit avec la quantité des substances protalbiques qui se forme et cela d'abord progressivement, jusqu'à ce qu'un certain maximum soit atteint, qui ne change plus pendant quelque temps et ensuite en diminuant. (Plus la quantité d'alcali employé est petite, plus le maximum atteint demeure

stationnaire.) En examinant la nature des substances protalbiques formées, on trouve presque exclusivement de la protalbine ; il n'y a ni protalborangine, ni protalbroséine.

En faisant agir une solution de soude caustique de 2 à 4 °/₀ sur de l'albumine au delà du maximum optique et en examinant de temps en temps la solution, on remarque que le pouvoir rotatoire du liquide (qui, il va sans dire, doit être à l'abri de l'évaporation) commence maintenant à diminuer. Cette diminution ne s'effectue que très lentement à la température ordinaire, mais elle a lieu plus vite soit en employant une solution de soude caustique de 8 à 10 °/₀, soit lorsque la réaction se fait à la température de 30 et 50°. Mais, dans tous les cas, on trouve parmi les substances protalbiques formées et isolées beaucoup de protalbinine et même de la protalborangine. Lorsque l'action de l'alcali est prolongée, l'activité optique du liquide diminue toujours plus, pour subir enfin encore une augmentation. Dans ces conditions, on trouve sûrement aussi de la protalbroséine parmi les substances protalbiques.

Le tableau I nous montre : 1° que le pouvoir rotatoire de la protalbine est plus grand que celui de l'albumine et sa formation dans un liquide doit nécessairement augmenter le pouvoir rotatoire de celui-ci ; 2° que le pouvoir rotatoire de la protalbinine et de la protalborangine est plus petit que celui de la protalbine, et leur formation est indiquée par une diminution de l'activité optique ; 3° que la protalbroséine est optiquement plus active que les substances protalbiques sus-mentionnées, et sa formation dans un liquide augmente donc le pouvoir rotatoire. Cette propriété optique des substances protalbiques nous fournit en même temps la preuve que ces substances naissent

les unes des autres sous l'influence des alcalis (à l'exception de la protalbine), quoiqu'elles possèdent beaucoup de ressemblance, elles sont cependant différentes les unes des autres.

Les substances protalbiques isolées, lavées à l'alcool et l'éther, puis desséchées, forment des poudres très légères qui, à partir de la protalbine, qui est d'un blanc de neige, deviennent plus foncées et plus hygroscopiques.

En dissolvant les substances protalbiques dans de l'eau de chaux dans des conditions aussi identiques que possible, on trouve que la protalbine en est précipitée par peu d'alcool concentré, tandis que les autres demandent une quantité d'alcool de plus en plus forte pour être précipitées.

Les substances protalbiques sont précipitées de leurs solutions faiblement alcalines, acides ou alcooliques, par différents sels de métaux lourds, en formant des combinaisons métalliques insolubles. Ces combinaisons possèdent les caractères généraux des combinaisons des substances albuminoïdes avec les métaux. Malgré de nombreuses expériences dans des conditions variées, je n'ai pas réussi à obtenir des combinaisons stables avec le platine, l'argent, le zinc, le cuivre et le fer.

Les dites combinaisons subissent toujours une décomposition partielle par le lavage, et leur analyse ne fournit pas de chiffres concordants.

Tout ce que je puis indiquer, c'est que j'ai constaté que les combinaisons métalliques des différentes substances protalbiques montrent des différences graduelles dans la manière de se comporter vis-à-vis de l'eau, de la chaleur, dans leur aspect et leur hygroscopicité.

La transformation de l'albumine α dans le membre

inférieur des substances protalbiques par des moyens appropriés a lieu graduellement. L'albumine α doit d'abord être transformée en albumine β, qui, à son tour, doit se transformer en protalbine; celle-ci ensuite en protalbinine, etc. Ces transformations successives peuvent seulement être constatées lorsqu'on n'emploie pas d'agents trop énergiques. Ces degrés ou phases se produisent très lentement; dans ces cas, les produits formés ne se modifient que peu. Comme nous verrons plus loin, la marche est différente en employant des agents énergiques.

Dans les phases de transformation de l'albumine qui viennent d'être décrites, l'apparition des propriétés acides est certainement très remarquable. Quoique les propriétés acides des substances protalbiques formées mettent hors de doute la transformation de l'albumine, la simple expérience suivante peut servir à démontrer rapidement et sûrement ce processus chimique.

On prépare à la température ordinaire une solution aussi concentrée que possible de l'albumine β dans une solution de soude caustique, de manière à ce que la tropéoline OOO n° 1 [1] produise sur la plaque de porcelaine la réaction indiquant la présence apparente d'alcali libre. Il va sans dire que l'albumine β doit être exempte de substances protalbiques, ce qui du reste est facile à constater.

On ajoute maintenant à la solution un petit excès d'alcali et ensuite on l'expose à la température de 40 à 45°. L'examen de la solution au bout de quelque temps avec la tropéoline OOO n° 1 montre que l'excès d'alcali a disparu. En ajoutant encore une fois un petit excès d'alcali

[1] Voyez le mode d'emploi des tropéolines OO et OOO, n° 1. *Arch. des Sciences phys. et natur.*, 1881, janvier, p. 43, et *Centralblatt für medicinische Wissensch.*, 1880, n° 51.

on observe qu'il a de nouveau disparu au bout de quelque temps. En neutralisant de temps en temps une petite portion du liquide et en faisant bouillir le précipité formé avec de l'alcool à 50 °/₀, on obtient toujours des quantités de plus en plus grandes de substances protalbiques de la solution alcoolique. A l'aide de certaines modifications de l'expérience, on peut s'assurer que cette transformation de l'albumine en substances protalbiques a lieu même à l'abri complet de l'air. En renouvelant l'alcali libre à mesure qu'il disparaît, il arrive un moment où l'excès d'alcali ne disparaît que très lentement, et au bout de 24 heures il ne disparaît plus du tout.

Lorsque cette expérience est faite avec une plus grande quantité de solution d'albumine (environ 1 litre), on doit chauffer au moins pendant 4 à 5 heures après chaque addition d'alcali et ensuite on l'abandonne au repos pendant la nuit.

Ces transformations sous l'influence de l'alcali ne se font que très lentement et il résulte que le temps est un des facteurs les plus nécessaires pour cette transformation graduelle. L'étude des substances protalbiques a montré qu'elles se forment toujours dans l'ordre décrit ci-dessus. Lorsque l'expérience est continuée jusqu'à ce que la dernière quantité d'alcali ajoutée ne soit presque plus combinée au bout de 24 heures, la solution ne renferme plus beaucoup de l'albumine primitive, et parmi les substances protalbiques on constate aussi la présence de la protalbroséine.

Il est à remarquer que l'alcali est rapidement combiné tant que des quantités notables d'albumine β sont transformées en protalbine. Dans les autres phases de transformation, où le corps le plus rapproché de l'albumine

subit à son tour des changements, il y a aussi disparition de l'excès d'alcali, mais la tropéoline l'indique moins distinctement que dans la phase $\frac{\text{albumine}}{\text{protalbine}}$. Ce dernier phénomène peut être mieux observé en prenant comme point de départ dans l'expérience, à la place de l'albumine, la protalbine. Dans ce cas, l'excès d'alcali ajouté en dernier lieu ne disparaît qu'avec une excessive lenteur, même en chauffant pendant plus longtemps et cependant la protalbine est transformée en des membres inférieurs du groupe protalbique.

Un autre phénomène constant dans l'action de l'alcali sur l'albumine consiste à ce que toute la quantité d'albumine n'est pas transformée en substances protalbiques même après une action de 5 à 10 jours, car il reste toujours une quantité notable (10 à 20 %) d'albumine non modifiée.

Dans deux expériences, j'ai déterminé la quantité d'hydrate de sodium qu'il est nécessaire d'ajouter à une solution alcaline d'albumine pour transformer, dans les conditions décrites, la plus grande partie de l'albumine en substances protalbiques.

Ire expérience : Pour 100 parties de substance (desséchée à 100° c.). . . . 1,16 % $NaHO$

IIe expérience : Pour 100 parties de substance (desséchée à 100° c.). . . . 1,25 % $NaHO$

En soumettant de l'albumine à l'action de la soude caustique à une température plus élevée, les produits de transformations dépendent de la quantité d'alcali et de la température. Lorsque la quantité d'alcali est petite c'est-à-dire ne dépassant pas 0,5-1,0 % on peut encore poursuivre même de 70-90° la formation de substances

protalbiques. Dans ce cas on obtient du liquide surnageant le précipité formé par neutralisation, après en avoir éliminé les sels inorganiques par évaporation et dialyse, un corps acide, soluble dans l'eau froide, une espèce de peptone. Il diffère distinctement de la peptone (voir plus bas), mais on ne peut pas non plus le ranger parmi les substances protalbiques. Il est soluble dans l'eau froide et dans l'alcool de 10-15 °/₀ en donnant à ces dissolvants une réaction acide et une coloration jaunâtre. Par évaporation à plusieurs reprises avec de l'alcool concentré et de l'acide acétique dans une capsule en porcelaine on n'obtient pas de résidu coloré. L'ébullition avec de l'oxyde de plomb et de la soude caustique de 2-5 °/₀ ne produit pas de sulfure de plomb [1]. Le même corps se forme aussi par l'action de la soude caustique de 2-3 °/₀ à froid sur l'albumine, mais seulement après une action très longue, environ après 20 à 40 jours. La différence du traitement à chaud et à froid consiste en ce que dans le premier cas une partie de ce nouveau corps est modifiée et que la molécule est détruite avec formation de leucine et d'autres substances et que dans le second cas il n'est pas modifié davantage en abandonnant si longtemps la solution alcaline. Ce corps paraît être la dernière limite de transformation que la molécule d'albumine puisse subir sous l'influence d'une solution de soude caustique même de 5-7 °/₀ à la température de 10 à 15°. Dans de pareilles conditions je n'ai jamais trouvé de véritables peptones, ce corps est le seul qui apparaît et qui partage avec les peptones la réaction acide et la solubilité

[1] Plus loin ce corps sera décrit plus exactement parmi les peptones.

dans l'eau. Aussi ce corps ressemblant à la peptone ne peut pas se former directement de l'albumine, mais cette dernière est obligée de passer par tous les degrés décrits des substances protalbiques avant d'être transformé en ce corps ultime. La protalbroséine au contraire peut être facilement transformée par de la soude caustique froide et étendue, en devenant soluble dans l'eau et en perdant sa belle réaction rose. Plus loin il sera montré que ce corps peut être retransformé en protalbroséine.

Les rapports génétiques avec les substances protalbiques ainsi que la différence qui existe entre ce corps et les peptones m'ont conduit à lui donner le nom de *Protalbogène*. Le protalbogène est donc le dernier membre d'une série de produits, qui se forment sous l'influence d'une solution étendue de soude caustique sur l'albumine et qui renferment toute la molécule d'albumine sans avoir perdu un groupe quelconque d'atomes organiques. Cette dernière assertion peut être prouvée ici seulement par le fait que malgré tous les efforts on n'a pas pu trouver outre les substances protalbiques et la protalbogène une substance organique hétérogène.

Les analyses élémentaires que j'ai faites avec des substances protalbiques ne sont pas nombreuses, mais elles ont donné des chiffres différant d'une manière insigni-

Substance exempte de cendres; desséchée de 110-115°	% C.	% H.	% N.
1. Albumine du blanc d'œuf (d'après Wurtz).	52,90	7,20	15,70
2. Substances protalbiques obtenues avec de la soude de 1,5 %	53,18	7,40	15,80
3. Substances protalbiques préparées avec de la soude de 5-7 % à 15°	53,19	6,90	—
4. Substances protalbiques préparées avec de la soude de 10 % à 10-15°	53,43	7,31	15,65

fiante de ceux qu'on obtient pour la substance mère, de sorte qu'on peut aussi s'en servir pour prouver l'exactitude de l'assertion énoncée.

Je prouverai plus loin par d'autres faits encore que, pendant tous les changements décrits, la molécule d'albumine n'a pas perdu des groupes d'atomes organiques.

Les substances protalbiques ne sont pas seulement des produits artificiels, elles sont aussi assez répandues dans la nature ; ainsi dans divers sucs et tissus de l'organisme animal, dans bien des organes végétaux. Ce sont surtout quelques secrétions de l'organisme animal qui en sont les plus riches, comme par exemple, le lait et le sperme. On peut les constater tout simplement en neutralisant ou acidifiant faiblement les liquides ou tissus par l'addition d'un acide ou de la soude pour obtenir une réaction acide très faible en faisant bouillir avec de l'alcool de 50-60 %, filtrant à chaud et refroidissant fortement le liquide filtré. Les substances protalbiques acides extraites se séparent sous forme de flocons blancs. Lorsqu'on veut préparer à l'état pur les substances protalbiques préexistantes dans les liquides à examiner comme le lait, le sperme, le sérum sanguin, il faut les précipiter avec les autres substances albuminoïdes par l'addition d'acide ; le précipité obtenu est d'abord lavé à l'alcool froid de 30-40 % et ensuite on l'épuise à chaud avec de l'alcool de 50-60 %.

L'étude des substances protalbiques du lait et surtout du lait de vache mérite particulièrement notre attention.

Il y a déjà quelques temps[1], que j'ai publié deux

[1] *Journ. de la Société chimique russe*, Saint-Pétersbourg, 1880, n° 3, f. 4.

résultats principaux sur cette question, savoir : QUE LA CASÉINE DU LAIT DE VACHE N'EST PAS UNE SUBSTANCE HOMOGÈNE, MAIS QU'ELLE EST UN MÉLANGE D'UNE ALBUMINE ET DE SUBSTANCE PROTALBIQUE, ET 2° QU'EN TRAITANT L'ALBUMINE D'ŒUF AVEC DE LA SOUDE CAUSTIQUE ON PEUT OBTENIR LE MÊME MÉLANGE POSSÉDANT TOUTES LES PROPRIÉTÉS DE LA CASÉINE NATURELLE.

Ces deux assertions doivent être discutées maintenant plus en détail.

La première assertion a été étudiée d'une manière plus détaillée par moi en collaboration avec le Dr *F. Radenhausen*[1], et nous avons montré qu'on peut facilement séparer en ses parties constituantes la caséine obtenue par coagulation du lait avec un acide (et aussi exempte que possible des globules de graisse) en la faisant bouillir avec de l'alcool de 50 %. Ces parties constituantes sont formées pour un tiers par des substances protalbiques et pour deux tiers, d'une substance albuminoïde. Les substances protalbiques sont formées, à juger d'après leur solubilité et la coloration de la substance sèche, par de la protalbine et de la protalbinine, la protalborangine, et la protalbroséine ne se trouvent pas dans la caséine. Ces substances protalbiques de la caséine peuvent être transformées de la même manière en protalborangine et protalbroséine sous l'influence de la soude caustique comme celles obtenues avec l'albumine d'œuf. Ni les substances protalbiques seules de la caséine, ni l'albumine qui reste après élimination de celles-ci, ne montrent toutes les réactions caractéristiques de la caséine normale. Par

[1] Danilevsky et Radenhausen, *Ueber die Eiweisskörper der Milch. Petersen's Forschungen*, 1880, Hef. 9. Ce mémoire renferme aussi notre méthode pour la préparation de la caséine à l'état pur.

contre on trouve que chacune des parties constituantes de la caséine possède quelques-unes des propriétés de celle-ci. De l'existence des substances protalbiques dans la caséine dépend, par exemple, la grande acidité de la caséine, sa grande solubilité dans une solution de phosphate de sodium, la précipitation empêchée de la caséine par les acides en présence de ce sel, la fixation des hydrates alcalins par la caséine, la formation d'une peau en évaporant une solution de caséine (resp. du lait.) De la seconde partie constituante, savoir de l'albumine de la caséine dépend la proportion des cendres, la propriété de se coaguler par la chaleur, de devenir ensuite insoluble, et de former du sulfure de plomb par l'ébullition avec de la soude caustique de 2 °/₀ en présence d'un peu d'hydrate de plomb. Les substances protalbiques de la caséine du lait sont tout à fait analogues à celles de l'albumine d'œuf. La seule différence se rapporte à la proportion de soufre qu'elles renferment qui se trouve en plus petite quantité dans les premières, et c'est par cette raison que les substances protalbiques de la caséine ne forment pas de sulfure métallique par l'ébullition avec de la soude de 2-3 °/₀. Mais nous verrons plus loin que c'est justement cette portion de soufre de la molécule qui n'est pas essentielle pour l'existence de celle-ci.

Les substances protalbiques de la caséine ne peuvent nullement être envisagées comme produits artificiels de la méthode de préparation de la caséine. Car 1° la caséine est précipitée par des acides qui ne peuvent transformer aucune substance albuminoïde en substances protalbiques acides ; 2° La caséine obtenue par précipitation spontanée du lait se comporte tout à fait de la même manière avec l'alcool bouillant de 50 °/₀ que celle obte-

nue par la précipitation par un acide ; 3° Si la caséine est précipitée du lait frais par un mélange d'alcool et d'éther ou seulement par l'alcool, elle est toujours formée par un mélange des parties constituantes décrites ci-dessus ; 4° En ajoutant au lait tout frais son volume d'alcool très concentré, si l'on bout et filtre à chaud, on voit apparaître dans le liquide filtré (à côté d'un peu de graisse) les substances protalbiques acides identiques avec celles qu'on obtient avec la caséine purifiée ; 5° M. *Radenhausen* et moi, nous avons pu extraire un ferment au moyen de la glycérine des glandes mamellaires de la vache, ferment avec lequel nous avons facilement transformé en solution alcaline l'albumine de la caséine en substances protalbiques de la caséine. Tous ces faits mettent hors de doute que les substances protalbiques de la caséine font une partie préexistante de la caséine du lait. Mais la meilleure preuve en est donnée ci-dessous.

Les propriétés caractéristiques de la caséine sont si connues qu'il est impossible de la confondre avec aucune autre substance albuminoïde. J'ai observé qu'en abandonnant pendant plusieurs jours de l'albumine d'œuf avec de la soude caustique de 2-3 °/₀ à la température ordinaire pour transformer une partie de l'albumine en protalbine et protalbinine, on obtient par neutralisation de la solution filtrée un précipité blanc, qui après avoir été lavé, n'est autre chose qu'un mélange de l'albumine, non modifiée et des substances protalbiques résultant de l'albumine modifiée. Ce mélange se comportant sous tous les rapports comme la caséine naturelle, on peut le considérer sans hésiter comme de la *caséine artificielle*. Il est seulement nécessaire que la caséine artificielle renferme à peu près la même proportion de substances pro-

talbiques que la caséine naturelle. Si ce n'est pas le cas il y aura de petites différences graduelles dans les réactions de ces deux corps.

Le tableau suivant indique la comparaison des propriétés de la caséine naturelle et artificielle.

Lorsque les deux caséines sont délayées avec une quantité de soude insuffisante pour la neutralisation on obtient, par une forte évaporation au bain-marie, une masse pâteuse élastique, qui, après le refroidissement, devient caséeuse et qui coupée en morceaux, se laisse facilement dessécher dans un courant d'air. La masse desséchée se défait facilement dans l'eau tiède en formant un liquide trouble. Cette solubilité se conserve même après des années et on retrouve non modifié son caractère de caséine.

On ne peut pas mettre en doute que ces deux substances possèdent les mêmes caratères chimiques et que *le produit artificiel ne soit une véritable caséine.*

Comme la présence des substances protalbiques dans la caséine détermine quelques-unes de ses propriétés, il est facile de comprendre que la quantité relative de ces substances doit modifier graduellement ses propriétés. Nous pouvons augmenter ou diminuer, seulement dans la caséine artificielle, la proportion des substances protalbiques. Dans tous ces cas le mélange des deux parties constituantes de la caséine conserve le caractère de la caséine, quoique avec une proportion plus forte de substances protalbiques, l'acidité augmente, la proportion de cendres et la précipitabilité par les acides diminuent, etc. Il est probable qu'on a à chercher dans ces quantités relatives des parties constituantes de la caséine la cause de

TABLEAU DEUXIÈME

	Caséine naturelle.	Caséine artificielle.
1. Dans l'eau et l'alcool.	Insoluble.	Insoluble.
2. Se délaie dans l'eau.	Partiellement sous forme de poussière et rougit le papier de tournesol.	
3. Dans HCl 0,1 % ou Na HO 0,1 %.	Soluble.	Soluble.
4. Par des sels alcalins à réaction alcaline.	Est dissoute.	Est dissoute.
5. Dans l'eau de chaux.	Soluble et éliminée partiellement en faisant bouillir.	
6. Dans des sels neutres Na Cl, NH^4 Cl, $Na^2 SO^4$, Mg SO^4.	Insoluble.	Insoluble.
7. Par neutralisation des solutions acides ou alcalines.	Est précipitée des solutions pas trop étendues sous forme de flocons.	
8. Par ébullition avec de l'alcool à 50 %.	Toutes deux sont séparées en une partie soluble et une partie insoluble. La partie soluble est précipitée sous forme de flocons en refroidissant la solution alcoolique chaude et acide, et elle est formée par des substances protalbiques acides, ne laissant pas de cendres. La partie demeurée insoluble est de l'albumine coagulée par la chaleur.	
9. L'incinération donne.	Des cendres formées de calcium, de magnésium et d'acide phosphorique.	
10. En faisant bouillir avec de la soude caustique de 2 à 3 % en présence de l'hydrate de plomb.	Il se forme du sulfure de plomb.	Il se forme du sulfure de plomb [1].
11. Les acides minéraux.	Ne sont pas fixés à la température ordinaire [2].	
12. Les alcalis.	Sont fixés en assez grande quantité; les substances sont dissoutes avant la saturation, et montrent bientôt une réaction fortement alcaline.	
13. La présence du phosphate de sodium.	Empêche la précipitation des corps par les acides, d'une solution alcaline ou saline. La quantité d'acide à employer est plus grande.	
14. L'évaporation d'une solution faiblement acide ou alcaline, ou de la substance finement suspendue dans l'eau.	Donne lieu à la formation d'une peau à la surface qui se reforme à mesure qu'on l'enlève.	
15. L'action de la présure sur des solutions faiblement acides ou alcalines.	Les deux corps sont coagulés de leurs solutions seulement en présence de calcium et d'acide phosphorique.	

[1] Une différence graduelle est facilement apercevable, car la

quelques petites différences des caséines des différentes espèces de lait.

Comme les substances protalbiques acides peuvent être obtenues par l'action de la soude caustique non seulement sur l'albumine d'œuf, mais aussi sur d'autres espèces d'albumines, ces corps peuvent également servir à la préparation de la caséine artificielle. J'ai préparé artificiellement de la caséine avec la fibrine, l'albumine du sérum.

D'autres substances albuminoïdes comme par exemple, la myosine, syntonine sont aussi capables de former un corps analogue à la caséine sous l'influence des alcalis, mais il n'est pas identique avec les caséines décrites plus haut et il se forme aussi plus difficilement. Les substances protalbiques se rencontrent encore :

a. Dans le sérum. Il renferme certainement des substances protalbiques, mais en petite quantité. A juger d'après les réactions de coloration, j'ai trouvé dans le sang de cheval, de bœuf et de chien de la protalbinine et de la protalborangine, mais pas de la protalbroséine.

b. Dans le jaune d'œuf. Le jaune d'œuf débarrassé de la graisse cède à l'alcool bouillant à 50 % passablement de substance qui se sépare en refroidissant de la solution alcoolique filtré à chaud [1]. Mais c'est seulement une

caséine artificielle donne plus de sulfure de plomb que la caséine naturelle. Mais cette différence s'explique facilement en réfléchissant que la substance mère de la caséine artificielle, l'albumine d'œuf, est la substance albuminoïde la plus riche en soufre (2,0 %) tandis que la substance mère de la caséine naturelle, qui ne peut être que l'albumine du sérum, renferme seulement 1,5-1,6 % de soufre. [2] *Archives des Sc. Phys. nat*, 1881, tome V, p. 43.

[1] Après la première évaporation de l'alcool il est nécessaire de traiter le résidu d'abord avec de l'éther chaud pour éliminer la graisse et ensuite encore une fois avec de l'alcool et de l'acide acétique.

partie de ce précipité qui est formé par des substances protalbiques acides tandis que l'autre partie est formée par un nouveau corps dont il sera question plus tard.

c. *Dans le sperme.* La quantité de substances protalbiques qui s'y trouve est assez grande. L'existence d'une proportion relativement grande de protalbroséine peut être nettement et facilement constatée en évaporant à siccité, à plusieurs reprises, une goutte de la sécrétion avec de l'alcool de 95 %, après avoir ajouté très peu d'acide acétique.

d. *Dans le cerveau et dans la moelle épinière.* C'est principalement dans la substance grise qu'on les rencontre en petite quantité ; on y constate nettement la présence de protalbinine et de protalborangine.

Les muscles, les reins, le tissu conjonctif ne renferment pas de substances protalbiques.

Ces observations nous montrent donc que les substances protalbiques acides existent non seulement en général dans divers tissus et sécrétions de l'organisme animal, mais qu'elles préexistent aussi dans la nature dans toutes leurs modifications. Le ferment des mamelles et d'autres faits décrits plus loin nous montrent que la nature possède dans les ferments le moyen de former les substances protalbiques. Il est donc absolument nécessaire de considérer ces substances comme des produits de transition de la métamorphose des substances albuminoïdes dans l'organisme.

La préparation artificielle de ces corps gagne donc en importance, puisqu'il devient évident, que *le chemin que j'ai suivi jusqu'à présent correspond complètement pas à pas à la transformation naturelle des substances albuminoïdes.* Si ce n'était pas le cas il serait impossible que les produits soient identiques.

La caséine est la première substance albuminoïde naturelle que nous soyons maintenant à même de préparer artificiellement au moyen d'autres substances albuminoïdes.

Comme les substances protalbiques artificielles gardent, d'après les observations déjà mentionnées et qui seront décrites plus tard, tous les groupes organiques de l'albumine et ne diffèrent de celle-ci que par le manque d'éléments inorganiques, j'ai cherché à régénérer l'albumine avec les substances protalbiques en y introduisant ces éléments et en effet, j'ai réussi. De l'ordre dans lequel les substances protalbiques, dérivent les unes des autres on devrait conclure que chaque transformation d'une substance protalbique dans une autre produit une modification bien déterminée de la molécule. Plus une substance protalbique est éloignée de l'albumine, plus on doit supposer de pareilles modifications et plus la molécule perd sa ressemblance avec celle-ci. J'ai donc d'abord cherché les moyens de retransformer la protalbine en sa substance mère l'albumine ; j'y suis arrivé de la manière suivante :

De la protalbine purifiée, en la dissolvant dans de l'alcool chaud à 50 % et en la précipitant de cette dissolution et débarrassée autant que possible des substances protalbiques inférieures (voir plus haut), fut suspendue dans peu d'eau et dissoute complètement par l'addition d'eau de chaux, à froid ; cette solution est filtrée au besoin, puis additionnée d'alcool concentré jusqu'à l'apparition d'un précipité floconneux ; on ajoute alors à la solution alcaline goutte à goutte de l'acide phosphorique dilué jusqu'à précipitation complète des flocons blancs, ce

qui a lieu lorsque la réaction commence à devenir faiblement acide. Pour enlever à la substance précipitée, du phosphate de calcium, que celle-ci peut retenir mécaniquement, on ajoute au liquide de l'acide acétique dilué jusqu'à réaction fortement acide, après quoi on laisse bien déposer le précipité, on décante le liquide surnageant et on lave à plusieurs reprises la substance avec de l'acool à 25-30 °/₀ acidulé avec très peu d'acide acétique. La substance formée n'est plus une substance protalbique, mais elle possède toutes les propriétés de l'albumine β. Quelquefois la transformation en albumine ne s'étend pas sur toute la quantité de la substance, ce qui peut facilement être constaté par un traitement par de l'alcool chaud, qui extrait la protalbine non modifiée. Dans un pareil cas il est nécessaire de dissoudre une second fois le produit dans l'eau de chaux et de répéter le traitement par l'acide phosphorique et le lavage comme c'est indiqué plus haut.

Le tableau suivant nous donne un aperçu comparatif des propriétés de l'albumine β, de la protalbine et de l'albumine régénérée :

On voit donc que le produit nouveau ressemble tellement à l'albumine β naturelle qu'on est forcé d'admettre la transformation de la protalbine en albumine. Pour rendre plus complète cette transformation, il est nécessaire qu'elle se fasse en présence d'une quantité d'alcool aussi grande que possible, en général en présence de moyens deshydratants tout à fait indifférents et faibles. Dans cette réaction l'acide phosphorique ne peut être remplacé par les acides chlorhydriques, nitriques ou acétiques, car il ne

TABLEAU TROISIÈME

Réactifs.	Albumine β.	Protalbine.	Albumine β préparée avec la protalbine.
1. Dans l'eau.	Insoluble, ne forme pas de trouble laiteux.	Insoluble, une partie est très finement suspendue et le liquide devient laiteux.	Insoluble, ne forme pas de trouble laiteux.
2. Dans l'eau de chaux.	Se gonfle un peu et se dissout partiellement avec le temps.	Se dissout facilement. La solution claire ne se trouble que peu par l'ébullition.	Se comporte comme l'albumine β.
3. Dans une solution étendue de phosphate de sodium.	Se gonfle peu, davantage avec le temps, et se dissout en très petite quantité.	Se dissout facilement et forme une solution presque claire.	Se gonfle et se dissout un peu avec le temps.
4. Par la combustion.	Donne jusqu'à 0,6 % de cendres composées de calcium, magnésium et d'acide phosphorique.	Ne laisse pas de cendres à l'état pur.	Donne jusqu'à 0.8 % de cendres renfermant du calcium et de l'acide phosphorique.
5. Dans une solution de soude caustique de 0,05–0,1 %.	Se dissout clairement avec ses éléments inorganiques.	Ne se dissout plus clairement en présence d'une quantité dépassant 0,2 % de phosphate de calcium.	Se dissout clairement avec ses éléments inorganiques. Si ce n'est pas le cas, c'est que la substance n'a pas été suffisamment lavée avec de l'eau acidulée avec de l'acide acétique.
6. Par neutralisation de la solution acide ou alcaline.	Est précipitée lorsque la solution est très faiblement acide.	Est précipitée seulement lorsque la réaction est franchement acide.	Se comporte comme l'albumine β.
7. Par l'ébullition avec l'alcool à 50 %.	Il y a coagulation, et l'alcool ne dissout rien si elle est exempte de substances protalbiques.	Se dissout et la réaction est acide.	Se coagule et l'alcool ne dissout que des traces de substances protalbiques si la transformation a réussi.
8. Par ébullition de la solution de la substance avec une solution saline ou des acides très faibles.	En présence de peu de sels neutres il y a une forte coagulation.	Ne se coagule pas.	Se coagule comme l'albumine β.
9. Le papier de tournesol.	Rougit distinctement en la divisant.	Rougit déjà fortement en la plaçant dessus.	Ne rougit que faiblement si elle est bien lavée avec de l'alcool faible et de l'eau.
10. Capacité de saturation pour la soude caustique.	Petite.	Relativement grande.	Petite.
11. Séjour avec de la soude caustique de 1-2 % à la température de 15°.	Transformation partielle en substances protalbiques, avec élimination de calcium, de magnésium et d'acide phosphorique.	—	Transformation partielle en substances protalbiques avec élimination de calcium et d'acide phosphorique.
12. Acide acétique de 0,1 %.	Dissout très peu, et les éléments inorganiques ne lui sont pas enlevés.	—	Dissout très peu, et les éléments inorganiques ne lui sont pas enlevés.

se formerait pas d'albumine même en répétant plusieurs fois le traitement, et la protalbine se précipiterait toujours à l'état non modifié. Ce fait, ainsi que les observations indiquées dans le tableau, prouvent que le calcium et l'acide phosphorique sont réellement fixés par la molécule.

Cette même réaction faite avec les substances protalbiques inférieures fournit des résultats très intéressants, car il se forme des produits qui ressemblent à l'albumine. En lavant avec beaucoup de précaution et d'une manière continue des produits avec de l'alcool à 20-30 °/₀, acidifié avec très peu d'acide acétique, on obtient des corps donnant des cendres à l'incinération et caractérisés en outre par leur insolubilité dans l'alcool chaud à 50 °/₀, par leur faible solubilité dans des solutions de sels qui dissoudraient facilement les substances protalbiques. Il semble donc que dans ce cas la molécule se combine aussi avec du calcium et de l'acide phosphorique et passe à l'état d'albumine. Mais tous ces produits albuminoïdes de la transformation ne sont ni constants, ni stables, car le traitement à chaud avec de l'acide acétique de 0,1 °/₀ ou une ébullition prolongée avec de l'alcool à 50 °/₀ suffisent pour éliminer les éléments inorganiques et pour régénérer la substance protalbique. Malgré cela, je crois devoir désigner ces produits de transformation par le nom de *pseudo-albumine*. Leur destructibilité est variable suivant la substance protalbique de laquelle ils dérivent. La pseudo-albumine obtenue avec la protalbroséine se décompose le plus facilement, tandis que celle obtenue avec la protalbinine résiste davantage. Plus la solubilité et l'hygroscopicité de la substance protalbique sont grandes, plus la pseudo-albumine qui en dérive est instable.

Ces observations montrent donc : 1° *que toutes les substances protalbiques sont capables de fixer du calcium et de l'acide phosphorique et* 2° *que seulement la protalbine fournit une véritable albumine.*

Il résulte donc qu'il y a nécessairement des différences intramoléculaires entre les différentes substances protalbiques correspondant aux modifications qui déterminent la formation de ces substances et que chaque substance protalbique doit être transformée en protalbine avant de pouvoir être transformée en véritable albumine.

Cette transformation des substances protalbiques inférieures en substances protalbiques supérieures, se rapprochant davantage de l'albumine s'effectue par la même réaction décrite plus haut pour la combinaison calcique de la substance protalbique, c'est-à-dire sous l'influence d'un acide, en présence d'une quantité d'alcool aussi grande que possible. Mais *il est nécessaire* d'employer un acide monobasique comme par exemple, l'acide chlorhydrique, nitrique ou acétique, tandis que l'acide sulfurique agit d'une manière analogue à l'acide phosphorique ; il y a fixation de calcium et d'acide sulfurique et la substance acquiert des propriétés qui sont très analogues à celles de l'albumine. En décomposant donc la combinaison calcique avec de l'acide chlorhydrique jusqu'à ce que la précipitation de la substance protalbique soit complète, on reconnaît que le produit a le caractère protalbique, mais le corps primitif a passé dans le membre supérieur suivant de ce groupe de corps. Par cette réaction la protalbroséine est transformée en protalborangine, qui à son tour est transformée en protalbinine et celle-ci enfin en protalbine. En répétant cette réaction, même à plusieurs reprises, avec la protalbine, elle ne change pas. En répé-

tant cette réaction transformatrice avec une substance protalbique inférieure on peut transformer successivement celle-ci en protalbine, mais jamais cela n'a lieu d'un seul coup en partant de la protalborangine ou de la protalbroséine. Lorsqu'on a transformé la substance protalbine inférieure en protalbine, on peut ensuite transformer sa combinaison calcique à l'aide de l'acide phosphorique en albumine véritable.

Par la décomposition des pseudo-albumines décrites plus haut, en les faisant bouillir avec de l'alcool à 50 °/₀ très faiblement acidulé avec de l'acide acétique et en examinant ensuite la substance protalbique séparée, on trouve qu'elle est toujours formée par un membre d'un degré supérieur que celui qui a servi à la préparation de la pseudo-albumine.

La transformation des substances protalbiques inférieures dans les membres supérieurs peut aussi se faire par la réaction inverse suivante. On dissout la substance protalbique dans de l'acide chlorhydrique de 0,1-0,5 °/₀ sans chauffer, on ajoute à la solution des morceaux de marbre de la grosseur d'un pois et on agite de temps en temps jusqu'à ce que tout l'acide soit neutralisé. Dans le liquide se forme bientôt un précipité blanc qui augmente peu à peu. Ce précipité, après avoir été lavé avec de l'alcool faible et froid possède les caractères de la substance protalbique occupant un degré plus élevé de l'échelle que la substance protalbique prise comme point de départ. Mais on ne réussit pas par cette réaction à transformer en albumine les substances protalbiques. On doit donc en conclure : 1° *Que, par la décomposition de la combinaison calcique d'une substance protalbique par un acide monobasique ou inversement, il ne se produit*

*qu'*UNE *réaction chimique intramoléculaire, sans qu'il y ait fixation d'éléments inorganiques par les groupes carboxyles, réaction qui transforme un membre inférieur de groupe protalbique en un membre supérieur de la même série ; 2° Que par l'emploi d'un acide polybasique* (acide phosphorique et peut-être aussi l'acide sulfurique) DEUX *réactions ont lieu simultanément dans la molécule ; savoir celle qui vient d'être mentionnée et une seconde, qui est caractérisée par la fixation d'éléments inorganiques par un ou plusieurs groupes carboxyles ce qui tend à transformer les substances protalbiques acides en albumines indifférentes.*

On comprend donc, qu'en cherchant à préparer de l'albumine β avec de la protalbine impure, renfermant des membres inférieurs, on ne peut jamais arriver au but par une seule opération, puisque la substance protalbique inférieure ne donne que de la pseudo-albumine, qui se décompose facilement, ou peut-être seulement la substance protalbique supérieure, venant immédiatement après. En répétant l'opération, le produit obtenu prend de plus en plus le caractère homogène de l'albumine.

Non seulement les substances protalbiques artificielles, mais aussi celles qui se trouvent toutes formées dans la nature peuvent être transformées en albumine de la même manière ; les substances protalbiques du lait, du jaune d'œuf se comportent de même. Lorsque la substance protalbique obtenue est formée par un mélange de plusieurs membres (ce qui est toujours le cas), il est utile de répéter plusieurs fois l'opération sous l'influence de l'acide chlorhydrique pour transformer d'abord en protalbine tous les membres inférieurs avant de faire agir l'acide phosphorique pour obtenir l'albumine. L'al-

bumine, obtenue ainsi artificiellement, possède toujours une réaction très faiblement acide même après avoir subi un lavage prolongé par l'eau, elle se dissout dans l'eau de chaux et lentement dans l'acide chlorhydrique de 0,1 %. Ses propriétés sont donc identiques avec celles de l'albumine β.

Comme l'albumine β peut être obtenue de l'albumine α par suite d'une élimination de calcium, de magnésium et d'acide phosphorique tout à fait comme les substances protalbiques le sont de l'albumine β, je devais chercher à transformer, par les réactions déjà décrites, l'albumine β en albumine α complètement neutre.

En effet, cette transformation réussit pourvu qu'on répète plusieurs fois le même traitement. Le produit de la réaction devient toujours moins soluble dans l'eau de chaux de sorte qu'à la troisième ou quatrième opération on est obligé de décomposer avec l'acide phosphorique une masse gonflée. L'alcool est aussi ajouté en quantités de plus en plus petites, car il précipite bientôt la substance de la solution dans l'eau de chaux. Le produit, soigneusement lavé, est complètement indifférent vis-à-vis du tournesol et n'est plus dissout ni par l'acide acétique, ni par l'acide chlorhydrique de 0,1 %, l'eau de chaux le gonfle seulement, la soude caustique de 0,1 % le gonfle d'abord et la gelée formée se liquéfie avec le temps comme l'albumine α naturelle. La substance renferme des cendres qui ont une faible réaction alcaline après la calcination. L'alcool bouillant à 50 % n'enlève au produit de transformation aucune substance protalbique et l'acide acétique de 0,1 % ne lui enlève pas de phosphate de calcium même lorsqu'il a été en contact pendant plusieurs semaines.

Malgré la grande analogie qui existe entre l'albumine

artificielle et l'albumine naturelle, il y a cependant deux points par lesquels elles diffèrent, savoir :

Premièrement : Le magnésium manque à l'albumine artificielle et y est remplacé par du calcium. Cette substitution ne nuit pas au résultat principal ; le produit de transformation a évidemment le caractère de l'albumine ; toutefois on peut admettre que si l'albumine artificielle renfermait la quantité convenable de magnésium, elle se rapprocherait encore davantage de l'albumine naturelle.

Deuxièmement : Toutes les réactions décrites jusqu'à présent n'introduisent pas dans la molécule la quantité de soufre qui en est éliminée lorsque l'albumine α est transformée en substances protalbiques.

Malgré cela, nous avons vu que les produits régénérés des substances protalbiques comme aussi des substances albuminoïdes, possèdent les caractères essentiels des substances analogues, mais naturelles. — La protalbinine et la protalbine obtenues artificiellement avec les membres inférieurs du groupe sont identiques quant à leur solubilité et la coloration par voie sèche, avec celles obtenues de l'albumine.

Les albumines artificielles possèdent tout à fait le cachet de l'albumine naturelle, quoique la proportion de soufre qu'elles renferment ne dépasse pas celle des substances protalbiques dont elles se sont formées successivement.

On doit donc en conclure que *la quantité de soufre de l'albumine qui est éliminée pendant sa transformation en substances protalbiques inférieures* et qui forme très facilement du sulfure métallique par l'ébullition avec de la soude de 0,5 °/$_0$, *n'est pas indispensable à l'existence des substances protalbiques supérieures et des albumines* et que le soufre peut être remplacé par un autre élément.

Plus loin nous prouverons expérimentalement que la transformation de l'albumine en substances protalbiques est accompagnée d'hydratations successives de quelques groupes d'atomes de la molécule. Le soufre éliminé est très probablement remplacé par deux oxhydriles provenant de 2 N*a*HO, car on peut facilement constater du sulfure de sodium dans la solution alcaline. Par la régénération des substances protalbiques inférieures en supérieures et en albumine ces oxhydriles doivent disparaître et on doit admettre que le soufre se trouve remplacé par de l'oxygène.

Les observations suivantes montrent combien il est facile d'opérer cette deshydratation.

En faisant bouillir pendant quelque temps une substance protalbique inférieure avec de l'alcool très concentré (95-96 $^{0}/_{0}$), celle-ci perd peu à peu sa solubilité primitive, sa réaction caractéristique (résidu coloré) et se transforme en membre directement supérieur, ou la transformation va encore plus loin.

Le même phénomène se produit lorsqu'une substance protalbique inférieure est conservée pendant des mois dans l'alcool concentré à la température ordinaire de la chambre.

Lorsqu'une substance protalbique a subi un court traitement avec de l'alcool concentré, qu'on la lave ensuite à l'éther, qu'on la dessèche et la conserve à l'air pendant des mois, elle est partiellement deshydratée et transformée en membres supérieurs.

Si ce n'est pas la formation successive de l'albumine β et des substances protalbiques avec l'albumine α, ce sont certainement les régénérations graduelles des substances protalbiques supérieures et des albumines qui peuvent

prouver que la formation des dérivés et la régénération des albumines se fait, en effet, par degrés; c'est-à-dire que les produits de transformation décrits jusqu'à présent représentent réellement des corps indépendants et homogènes et que la transformation d'un corps dans un autre, qui en est le plus rapproché dans la série, est une suite de modifications bien déterminées de quelques groupes d'atomes de la molécule.

Nous désignerons dorénavant ces modifications graduelles comme *des phases* et nous aurons donc des phases d'hydratation ou régressives (par ex. $\frac{\textit{albumine } \beta}{\text{protalbine}}$) et des phases de déshydratation ou progressives (par ex.: $\frac{\textit{protalbine}}{\text{albumine } \beta}$).

Les expériences qui viennent d'être décrites prouvent encore *qu'aucun groupe organique d'atomes composant la molécule d'albumine n'est éliminé pendant toute la série des transformations de l'albumine en protalbroséine.* Car s'il en était autrement, il serait impossible de régénérer l'albumine par les simples réactions décrites plus haut, réactions qui n'introduisent pas de groupes organiques d'atomes.

La régénération de l'albumine, en partant des substances protalbiques, peut être réalisée encore d'une manière intéressante qui mérite d'être mentionnée.

Après avoir eu connaissance de l'observation de *Hammarsten* [1] que la coagulation d'une solution de caséine

[1] Hammarsten, *Ueber Casein der Milch und Wirkungsart des Labfermentes.* Upsala 1877.

par la présure ne peut avoir lieu qu'en présence de calcium et d'acide phosphorique, j'ai émis l'idée [1], à la suite de quelques expériences, que cette coagulation n'est autre chose qu'une transformation des substances protalbiques de la caséine en caséo-albumine. Plus tard, j'ai étudié plus en détail ce phénomène en collaboration avec M. *Radenhausen* [2] et nous avons trouvé cette manière de voir complètement confirmée par nos expériences. La caséine coagulée par la présure n'est plus de la caséine, mais de la caséo-albumine mélangée encore avec des traces de substances protalbiques non modifiées.

Maintenant je puis encore ajouter que la présure exerce exactement la même action sur les substances protalbiques préparées artificiellement avec l'albumine. En ajoutant à une solution protalbique, faiblement alcaline ou acide, un peu d'eau de chaux et quelques gouttes de solution de phosphate de sodium, puis quelques gouttes de solution de présure, la solution se coagule dans l'espace de 15 à 30 minutes à la température de 20 à 30° C.

Le coagulum lavé ne renferme que des traces de substances protalbiques et forme une véritable albumine β. Lorsque le calcium et l'acide phosphorique ou l'un de ces corps font défaut, la formation de ces albumines n'a pas lieu. On peut même obtenir des pseudo-albumines avec les membres inférieurs des substances protalbiques sous l'influence de la présure en présence de calcium et d'acide phosphorique.

[1] Danilewsky, *Journ. der russischen chem. Gesellschaft*. 1880, n° 314.

[2] *Petersen's Forschungen*, etc. 1880. Heft, n° 9, p. 889.

Nous avons vu plus haut que l'élimination de soufre et l'hydratation qui en résulte constitue un processus qui est tout à fait indépendant de l'élimination du calcium, du magnésium et de l'acide phosphorique.

Quoiqu'il y ait des phases, $\left(\frac{\text{albumine } \alpha}{\text{albumine } \beta}, \frac{\text{albumine } \beta}{\text{protalbine}}\right)$ dans lesquelles les deux phénomènes ont lieu simultanément, il y a aussi $\left(\frac{\text{protalbine}}{\text{protalbinine}}\right)$ dans lesquelles la deuxième réaction ne peut pas se faire à cause de l'absence des éléments respectifs. Par contre, nous avons vu plus haut, dans la formation de la pseudo-albumine, que la molécule reprend du calcium et de l'acide phosphorique dans une phase dans laquelle il n'y a jamais élimination de soufre.

L'indépendance de ces deux processus prouve qu'ils ont lieu dans différents groupes d'atomes de la molécule et cela s'applique, non seulement aux phases d'hydratation, mais aussi à celles de la régénération c'est-à-dire de la déshydratation. Quelques observations indiquées déjà plus haut montrent la facilité avec laquelle le phénomène de déshydratation a lieu, surtout lorsque la protalbroséine se transforme graduellement en protalbine. Les produits deviennent de moins en moins solubles. Mais par l'emploi de moyens déshydratants plus énergiques, par exemple, en chauffant en tube fermé pendant plusieurs heures à 100° avec de l'alcool à 96 °/₀, les substances protalbiques deviennent encore moins solubles et même elles ne se gonflent plus qu'en partie dans une solution de soude caustique de 0,1-0,3 °/₀. — Par l'action prolongée de pareilles lessives à la température de 15°, le produit est de nouveau hydraté et transformé de nouveau

en substances protalbiques. Le produit insoluble de la déshydratation n'est plus une substance protalbique et n'est pas non plus une véritable albumine, car il lui manque les éléments inorganiques.

Il est à observer que le produit traité à plusieurs reprises avec de grandes quantités d'alcool bouillant à 40-60 °/₀ forme un corps acide qui rougit fortement le tournesol et qui fixe les alcalis comme le font les substances protalbiques normales. Les groupes de carboxyles de la substance protalbique qui est entrée en réaction, n'ont donc pas été déshydratés, car il manque, pour cela, le calcium.

La déshydratation devait donc avoir eu lieu aux endroits de la molécule qui ont été hydratés en dehors des groupes de carboxyles dans les phases de transformation de l'albumine α en substances protalbiques.

Remarque. Comme ce produit de déshydratation est beaucoup moins soluble, même dans des lessives étendues que l'albumine α normale, il me paraît probable que celle-ci possède à l'état hydraté quelques oxhydriles qui ne peuvent être éliminés qu'à une température élevée (même dans l'eau) en transformant l'albumine en un coagulum. Dans le produit de déshydratation insoluble des substances protalbiques, ces oxhydriles de l'albumine α doivent être éliminés, car le produit est identique avec l'albumine α fortement coagulée en ce qui concerne sa solubilité et sa manière de se gonfler [1].

[1] Comme on le sait, l'albumine sèche des fabriques (albumine de sang, d'œuf) perd avec le temps sa solubilité dans l'eau, même dans des lessives alcalines très faibles, quoiqu'elle renferme de l'alcali combiné avec de l'acide carbonique et des substances organiques. D'après les faits observés pour les substances protalbiques, on de-

Pour terminer l'étude des modifications produites par les alcalis, il me reste encore à mentionner un seul point important. Nous avons vu plus haut que la régénération des substances protalbiques supérieures a lieu par suite de deux réactions contraires, savoir : 1° Par la décomposition de la combinaison calcique avec un acide monobasique et, 2° par la décomposition de la solution chlorhydrique avec du marbre. Ces faits doivent être complétés maintenant, savoir : 1° La décomposition d'une combinaison des substances protalbiques avec de la potasse, de la soude, de l'ammoniaque, en général celle avec une base monoacide, par un acide monobasique ne produit aucun changement dans la substance protalbique, car celle-ci ne change pas même après des réactions répétées ; 2° La décomposition d'une solution chlorydrique de substance protalbique avec une base monoacide ne la transforme pas en membre supérieur. Il est donc absolument nécessaire que dans les deux réactions un des réactifs soit de nature polyatomique. D'autres observations nous ayant appris que les régénérations doivent être la conséquence d'une déshydratation, nous pouvons expliquer de la manière suivante les faits qui viennent d'être mentionnés.

Les bases sont fixées par les groupes d'atomes qui ont été hydratés et au moment de leur élimination par un acide il doit y avoir formation d'une molécule H^2O. Il va sans dire que cette réaction exige qu'au moins deux

vrait admettre qu'avec du temps il se produit peu à peu une déshydration aux dépens d'oxhydriles existants dans la molécule d'albumine fraîche. Cette modification spontanée de l'albumine sèche cause souvent beaucoup de préjudice aux imprimeries de toile de coton.

groupes hydratés d'atomes entrent en réaction. S'il y a des bases monoacides et des acides monobasiques, chaque groupe d'atome peut céder indépendamment sa base à l'acide et il s'ajoute un atome d'hydrogène, il y a donc formation d'un oxhydrile :

$$\begin{matrix}(X).O.Na \\ (X).O.Na\end{matrix} + \begin{matrix}ClH \\ ClH\end{matrix} = \begin{matrix}(X).OH \\ (X).OH\end{matrix} + \begin{matrix}ClNa \\ ClNa\end{matrix}$$

Si la base combinée est biacide, l'élimination de la base des deux groupes a nécessairement lieu simultanément et si la tendance de l'hydrogène pour former de l'eau est plus grande que la force avec laquelle les oxhydriles sont fixés par les groupes d'atomes, il en résultera un phénomène de déshydratation :

$$\text{II} \left.\begin{matrix}(X).O \\ (X).O\end{matrix}\right\} Ca + \begin{matrix}ClH \\ ClH\end{matrix} = CaCl_2 + \left.\begin{matrix}(X) \\ (X)\end{matrix}\right\} O + H_2O.$$

La même explication s'applique aussi aux autres réactions transformatrices dans les cas où l'on décompose la solution chlorhydrique de la substance protalbique par une base mono ou biacide.

Mais c'est justement la nécessité de l'emploi d'une base biacide pour la réussite de la réaction qui nous prouve que l'acide est réellement combiné avec les dits groupes d'atomes, sans cela le phénomène de déshydratation n'aurait pas pu avoir lieu. Cette combinaison des éléments acides avec la molécule, qu'on doit admettre conséquemment, ne peut malheureusement pas être constatée expérimentalement. La tropéoline OO est un moyen excellent pour indiquer la combinaison avec un acide

minéral, mais dans ce cas elle ne donne pas d'indication. En ajoutant goutte à goutte à de la substance protalbique délayée dans peu d'eau de l'acide chlorhydrique dilué, à la température de la chambre, la tropéoline indique dans le mélange la liberté de l'acide aussi nettement que dans l'eau seule. En se rappelant que la tropéoline OOO n° 1, ne change pas de coloration par l'acétate de sodium, mais bien déjà par le bicarbonate de sodium et par la soude libre, on peut admettre que l'acide chlorhydrique peut bien être combiné, mais que, comme pour le carbonate de sodium [1], sa réaction sur la tropéoline OO subsiste encore.

Nous voyons donc que certains groupes d'atomes de la molécule peuvent se combiner avec une base dans *une* réaction et avec un acide dans l'*autre*. Dans les deux cas, ni la base, ni encore moins l'acide ne perdent leurs caractères chimiques [l'observation indiquée plus haut que c'est seulement dans la formation de protalbine avec l'albumine que la disparition de chaque excès de l'alcali est nette et rapide (indication par la tropéoline OOO n° 1), tandis que la formation des substances protalbiques inférieures n'a plus cette netteté]. De cela on peut conclure que *dans ces réactions les groupes d'atomes qui entrent en jeu n'ont le caractère ni véritablement acide ni véritablement basique*. Il est probable qu'ils ont le caractère des alcools.

Ce caractère intermédiaire de ces groupes d'atomes et de leurs oxhydriles explique encore un phénomène impor-

[1] Nous verrons plus tard qu'il y a des substances albuminoïdes qui fixent à 15° de l'acide chlorhydrique et le rendent inactif pour la tropéoline OO.

Voyez : *Archives*, t. V, p. 43, janvier 1881.

tant. Déjà plus haut j'ai indiqué que je n'ai pas réussi, malgré de nombreux essais, à obtenir des combinaisons métalliques avec les substances protalbiques présentant une composition constante. Cela provient probablement de ce que non seulement les groupes de carboxyles, mais aussi ceux avec ce caractère intermédiaire fixent les métaux, mais les perdent de nouveau lentement par le lavage.

Action des acides sur l'albumine.

Jusqu'à présent nous avons tâché de poursuivre pas à pas toutes les modifications produites sous l'influence de lessives alcalines très faibles sur la molécule d'albumine et de les expliquer d'une manière aussi approfondie que possible. Nous avons appris à connaître les produits de cette transformation et nous les avons retransformés en leurs substances-mères. En employant cette méthode, nous avons pu imiter complètement la nature dans les deux directions de transformation et le résultat obtenu est une garantie de l'exactitude des méthodes employées. Avant de soumettre la molécule d'albumine à des actions plus énergiques, il est utile de jeter un coup d'œil rapide sur les transformations qui résultent de l'action des acides étendus.

En employant comme point de départ la même substance, c'est-à-dire l'albumine d'œuf, on observe que les acides minéraux étendus agissent dans les mêmes conditions d'expérience beaucoup moins énergiquement sur la molécule que les lessives étendues. L'albumine n'est pas attaquée par l'acide chlorhydrique de 1-2 % à la température ordinaire, pas même au bout de 24 heures. Lors-

qu'on chauffe ce mélange jusqu'à 60-80° la substance se gonfle partiellement et une petite quantité se dissout et le pouvoir rotatoire devient plus grand que celui de la substance primitive. Il est beaucoup plus avantageux de commencer l'étude de l'action des acides en partant de l'albumine β, qui se gonfle au contact de l'acide chlorhydrique à 1 °/₀, lorsque celui-ci n'est pas employé en trop petite quantité et elle se dissout déjà en chauffant faiblement. La solution formée possède toujours une faible opalescence. Lorsque l'albumine β s'est dissoute sans le concours de la chaleur, elle est précipitée inaltérée, même au bout de quelques jours, lorsqu'on neutralise. Mais lorsque la solution est portée pendant quelque temps à la température de 80-90° elle est transformée en un nouveau corps. On peut l'obtenir de la solution refroidie et filtrée, en neutralisant l'acide chlorhydrique par la soude en lavant le précipité avec beaucoup d'eau. Les substances albuminoïdes, qui prennent naissance sous l'influence des acides minéraux étendus, sont désignées par le nom général « acidalbumines. » Pour distinguer mon produit des autres acidalbumines, je lui ai donné le nom de *syntonide.* Au fur et à mesure que ce corps se forme de l'albumine il se combine avec l'acide chlorhydrique. L'union est si complète qu'en ajoutant par portions l'acide chlorhydrique étendu à l'albumine β, gonflée dans l'eau renfermant déjà un peu d'acide chlorhydrique, et en chauffant plus fortement, les essais avec la tropéoline OO montrent, que chaque addition d'acide, qui noircit de suite la tropéoline, ne le fait plus au bout de quelque temps. L'acide est donc combiné par les affinités basiques qui se développent peu à peu dans la molécule. La syntonide isolée et soigneusement lavée se

combine déjà, à la température de 15° avec l'acide chlorhydrique en entrant en dissolution.

La solution rougit fortement le tournesol, quoiqu'elle ne renferme pas d'acide libre d'après l'indication avec la tropéoline. La syntonide entre en dissolution même en ajoutant seulement la moitié de l'acide qu'elle peut fixer et cette solution rougit aussi fortement le tournesol. Ces solutions acides peuvent être évaporées et desséchées sans perdre tout l'acide chlorhydrique. Sa capacité de saturation par l'acide chlorhydrique va jusqu'à 3,6 %. Il est impossible que cette grande quantité d'acide chlorhydrique puisse être fixée par les bases inorganiques de la molécule, car celles-ci se comportent tout à fait comme dans l'albumine β au point de vue qualitatif et quantitatif. La syntonide donne 0,6-0,8 % de cendres se composant de calcium, de magnésium et d'acide phosphorique. Il résulte donc que l'acide ne peut être fixé que par des groupes organiques d'atomes de nature basique. Le seul produit de cette réaction est la syntonide, il n'y a donc pas eu élimination de quelques groupes d'atomes. Le soufre de l'albumine β n'est pas non plus éliminé dans cette transformation, car la syntonide renferme la même quantité de soufre que sa substance-mère. La syntonide ne rougit presque pas le tournesol et ne cède rien à l'alcool de 50 %, bouillant; à la température de 15° elle ne montre qu'une petite capacité de saturation pour les alcalis; elle se dissout facilement dans l'eau de chaux, et les acides minéraux dilués, moins bien dans l'acide acétique et très bien dans les alcalis fixes et volatils. La syntonide possède une très grande ressemblance avec la syntonine des muscles, de là son nom. Les propriétés mentionnées nous montrent que la syntonide se distingue

nettement de l'albumine β et encore d'avantage des substances protalbiques. Elle se distingue encore plus de ces substances par la manière de se comporter vis-à-vis de l'acide chlorhydrique ce qui mérite d'être étudié plus en détail. Les groupes basiques d'atomes qui fixent l'acide chlorhydrique pourraient être des groupes amidés ou leurs dérivés.

Si c'était réellement le cas on pourrait s'attendre à ce que ces groupes d'atomes ou plutôt toute la molécule grâce à ces groupes amidés forment une combinaison avec le chlorure de platine. L'expérience directe a donné le résultat suivant : On ajoute à une solution chlorhydrique de syntonide un excès de chlorure de platine, qui produit un précipité amorphe jaune foncé, on le lave d'abord à l'eau et ensuite avec de l'alcool à 20-30 °/₀ froid jusqu'à ce que les lavages n'enlèvent plus que des traces de chlore et de platine (au bout d'un mois on n'arrive pas encore à un lavage complet). Le précipité, traité par de l'alcool concentré et de l'éther, est desséché jusqu'à ce qu'il ne perde plus de poids, ensuite on ajoute de la soude caustique diluée et exempte de chlore, on dessèche de nouveau et on calcine avec précaution. Dans le résidu on dose le chlore et le platine, l'analyse a donné :

I. 1,9728 grammes de substance desséchée à 100° ont donné 0,1560 grammes de platine = 7,9 °/₀ et 0,0871 grammes de chlore = 4,4 °/₀

Le rapport atomique du platine et du chlore étant $Pt : Cl_3$, cela ne parle pas en faveur d'une combinaison double avec le platine. Mais en tenant compte, que la syntonide comme la substance mère, l'albumine β, doit avoir la propriété de fixer du platine simplement au moyen des groupes de carboxyles, le rapport obtenu pour les deux

éléments devient plus favorable pour l'existence d'une combinaison double avec le platine. Nous trouvons une autre preuve indirecte de cette manière de voir dans les analyses de combinaisons platiniques préparées de la même manière avec l'albumine β et la protalbine (sans les chauffer avec de l'acide chlorhydrique).

II. 2,1454 grammes de la combinaison platinique avec l'albumine ont donné 0,1806 grammes de platine = 8,46 % et 0,0289 grammes de chlore = 1,30 %

Le rapport atomique est $Pt : Cl_{0,8}$.

III. 3,2783 grammes de la combinaison platinique avec la protalbine ont donné 0,2223 grammes de platine = 6,78 % et 0,0312 grammes de chlore = 0,99 %

Le rapport atomique est $Pt : Cl_{0,75}$.

Les deux corps ne fixent pas d'acide chlorhydrique à la température ordinaire, tandis que la syntonide en fixe; la quantité moyenne de plusieurs dosages est de 3,5 % d'après les indications avec la tropéoline OO. Si dans la combinaison platinique de la syntonide le chlore et le platine étaient fixés non seulement dans une combinaison double, mais indépendamment par les différents groupes d'atomes, la combinaison ne devrait pas renfermer plus de 3,5 % d'acide chlorhydrique, tandis que l'analyse donne 4,5 % d'acide chlorhydrique sans compter qu'une partie du chlore peut être éliminée à la dessication.

En chauffant à 60-80° d'une manière continue, la syntonide avec de l'acide chlorhydrique dilué en quantité telle que la tropéoline OO en indique un petit excès, et en prélevant de temps en temps un essai qu'on neutralise exactement, en lavant le précipité obtenu avec de l'eau froide et en le traitant avec de l'alcool à 50 % bouillant on trouve : 1° Que l'acide mis en excès à plusieurs reprises

disparaît et est indiqué d'une manière douteuse par la tropéoline et 2° qu'à mesure que l'excès d'acide disparaît l'alcool bouillant extrait un corps qui ne communique pas de réaction acide à la solution, mais qui se sépare en flocons blanchâtres par le refroidissement de la solution alcoolique filtrée à chaud. Ce corps partage avec les substances protalbiques acides seulement la solubilité dans l'alcool étendu et chaud, autrement il en diffère comme l'indique le tableau :

Nouveau corps.	Substances protalbiques.
1. Suspendu ou dissous dans l'alcool il est indifférent vis-à-vis du tournesol.	Rougit le tournesol.
2. Fixe de l'acide chlorhydrique à la température de 10-15°, de manière à ce que la tropéoline OO n'indique plus l'acide libre.	La tropéoline est indiquée par l'acide chlorhydrique en présence de substances protalbiques comme l'acide libre.
3. Les alcalis ne sont pas fixés, d'après les indications de la tropéoline OOO N° 1.	Saturent les alcalis et les fixent.
4. Par la calcination on obtient les mêmes cendres et en même quantité que l'albumine β et la syntonide.	Ne donnent pas de cendres.
5. Contient la même quantité de soufre que l'albumine β et la syntonide (1,25-1,6 %). Sa formation n'est pas accompagnée d'une élimination de soufre.	Contiennent toujours moins de soufre que l'albumine β. Leur formation est toujours accompagnée d'une élimination de soufre.
6. En faisant bouillir avec de la soude caustique de 2 % et de l'hydrate de plomb, il y a formation de sulfure de plomb comme avec l'albumine β et la syntonide.	Seulement les membres supérieurs forment du sulfure de plomb, mais toujours en plus petite quantité que l'albumine β.

On ne peut donc confondre ce corps avec les substances protalbiques.

La quantité de cette substance qu'on obtient sous l'in-

fluence d'acide chlorhydrique dilué est faible, sa formation n'a lieu que lentement et n'est accompagnée par aucune perte de groupes atomiques quelconques, il n'y a pas même élimination de soufre, de calcium, de magnésium et d'acide phosphorique.

J'indiquerai plus tard une meilleure méthode de préparation de ce corps. Je fais seulement observer ici que cette substance est un mélange de trois corps, qui ont tous les mêmes propriétés principales et auxquels j'ai donné le nom de *substances syntoprotalbiques* à cause de leur analogie avec les substances protalbiques.

Les substances syntoprotalbiques sont les derniers produits que l'acide chlorhydrique étendu puisse former avec l'albumine à la température de 50° dans l'espace de quelques heures ou à 15° dans l'espace de quelques semaines. En traitant l'albumine β avec l'acide chlorhydrique concentré, il y a aussi formation de syntonide, de substances syntoprotalbiques (ces dernières en plus grande quantité), mais en même temps une partie est modifiée plus complètement et est transformée en péptones. Dans ces conditions des transformations se succèdent tellement rapidement qu'il est impossible de reconnaître la suite naturelle des modifications produites. C'est pour cette raison qu'il est plus utile de se servir d'un acide étendu avec lequel on peut transformer les substances pas à pas.

De même que nous avons retransformé les substances protalbiques en albumine, de même j'ai cherché à retransformer les substances syntoprotalbiques en syntonide. Le critérium du succès de l'opération est simple, car nous avons dans l'alcool à 50 % bouillant un moyen sûr pour

distinguer les deux substances. On dissout la substance syntoprotalbique dans de l'acide chlorhydrique dilué avec de l'alcool, on ajoute quelques morceaux de marbre et on chauffe à 30-40° en agitant fréquemment. Dès que la solution chlorhydrique est saturée par le calcium on recueille le précipité, qui se forme peu à peu, et on le lave à l'eau. Si la substance syntoprotalbique en expérience ne renferme que le membre supérieur du groupe, le produit obtenu n'est presque que de la syntonide pure. Si ce n'est pas le cas, c'est-à-dire, si elle cède beaucoup de substance à l'alcool à 50 °/₀ bouillant, on doit la dissoudre de nouveau, mais sans chauffer dans l'alcool à 70 °/₀ additionné d'acide chlorhydrique et décomposer la solution par l'addition de marbre. En répétant deux ou trois fois cette réaction toutes les substances syntoprotalbiques seront transformées en syntonide, qui est complètement insoluble dans l'alcool bouillant. J'examinerai plus tard quels sont les groupes d'atomes qui entrent en réaction dans la transformation de la syntonide en substances syntoprotalbiques.

En comparant les modifications qui se produisent sous l'influence des alcalis et des acides, on remarque que l'albumine est plus profondément et plus facilement (déjà à 15°) modifiée dans le premier cas que dans le second. En ce qui concerne ces modifications elles-mêmes, elles diffèrent tellement à en juger d'après les propriétés des produits, qu'on peut en tirer les conclusions suivantes :

a. Les alcalis et les acides exercent une action modificatrice sur des groupes différents d'atomes de la molécule.

b. Les alcalis agissent sur certains groupes d'atomes de la molécule, de telle sorte qu'elle acquiert des propriétés

acides; il se forme des groupes carboxyles, toujours acides, et des groupes oxhydriles (alcooliques) pouvant jouer le rôle de groupes acides.

c. Les acides par contre modifient certains groupes d'atomes, qui, par leur nature, peuvent donner à la molécule des propriétés basiques.

(*A suivre.*)

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE GENÈVE

Séance du 13 février 1881.

M. le prof. *D. Monnier* décrit une nouvelle méthode de dosage de l'acide nitrique dans les eaux de fontaines et de puits.

M. le prof. *Græbe* fait deux communications relatives à des recherches exécutées dans son laboratoire. M. Mann a utilisé la réaction par laquelle MM. Græbe et Bungener avaient opéré la synthèse de la désoxybenzoïne en faisant agir le chlorure d'aluminium sur un mélange du chlorure de l'acide phénylacétique et de benzol. Il a remplacé le benzol par le toluol et a obtenu de la même manière le corps $C_6H_5—CH_2—CO—C_6H_4—CH_3$, homologue de la désoxybenzoïne. Ce corps donne par oxydation de l'acide parotoluylique et de l'acide téréphtalique, ce qui prouve que les groupes CO et CH_3 sont dans la position para. Réduit par le phosphore et l'acide iodhydrique, il fournit le composé $C_6H_5—CH_2—CH_2—C_6H_4—CH_3$, homologue du dibenzyle. M. Mann espère transformer ce carbure d'hydrogène en un homologue du stilbène $C_6H_5—CH{=}CH—C_6H_4—CH_3$, et en faisant passer ses vapeurs dans un tube chauffé au rouge, obtenir un homologue du phénanthrène. On sait en effet que le stilbène

$C_6H_5—CH=CH—C_6H_5$ donne naissance dans ces conditions au phénanthrène

$$\begin{matrix} C_6H_4—CH \\ | \quad\quad \| \\ C_6H_4—CH. \end{matrix}$$

A propos de la préparation du cyanure de benzyle, point de départ de toutes ces transformations, M. Mann indique comme condition essentielle d'un bon rendement la pureté du cyanure de potassium. Celui du commerce, qui renferme du cyanate, donne lieu à la formation de beaucoup de tribenzylamine.

M. Hérold a étudié quelques dérivés de l'orthoanisidine

$$C_6H_4 \begin{matrix} —OCH_3 \\ —NH_2. \end{matrix}$$

Il a trouvé le point d'ébullition de ce corps à 226°, soit un peu plus élevé que les livres ne l'indiquent. Son dérivé acétylé

$$C_6H_4 \begin{matrix} —OCH_3 \\ — NH.C_2H_3O \end{matrix}$$

fond à 84°. Pour en préparer le dérivé diméthylé, il a traité l'anisidine par l'iodure de méthyle, mais cette réaction a donné principalement un corps appartenant au type de l'ammonium :

$$C_6H_4 \begin{matrix} —OCH_3 \\ — N(CH_3)_3J, \end{matrix}$$

corps très stable qui n'est pas décomposé par la potasse concentrée. Par l'oxyde d'argent, il est transformé en

$$C_6H_4 \begin{matrix} —OCH_3 \\ —N(CH_3)_3OH. \end{matrix}$$

Cet hydrate, distillé sur de la chaux, fournit probablement la diméthylanisidine. La préparation de ce dernier composé ne réussit pas mieux si l'on traite l'anisidine par l'acide chlorhydrique et l'alcool méthylique ; il y a dans ce cas décomposition totale. La réaction a lieu probablement d'après l'équation :

$$C_6H_4 \begin{matrix} —OCH_3 \\ —NH_2 \end{matrix} + HCl = C_6H_4 \begin{matrix} —OH \\ —NH_2 \end{matrix} + CH_3Cl$$

et donne ainsi naissance à de l'amidophénol, corps extrêmement peu stable.

Séance du 12 mars 1881.

M. le prof. *Græbe* montre à la Société quelques appareils pour le dosage volumétrique de l'azote et pour la détermination électrolytique du cuivre dans les solutions qui contiennent en outre d'autres métaux, ainsi que dans les liqueurs de Fehling et de Pasteur.

Il fait ensuite quelques observations sur la préparation du trichlorure de phosphore. La méthode ordinaire, qui consiste à faire arriver le chlore sur du phosphore placé dans une cornue, occasionne quelquefois des explosions. Il est préférable de recouvrir le phosphore d'un peu de trichlorure et de faire dégager le chlore par un tube large débouchant dans le liquide.

M. le prof. *D. Monnier* présente un petit appareil destiné aux médecins et permettant de doser en quelques

minutes la quantité d'urée contenue dans une urine. Un centimètre cube de l'urine à analyser est mélangé dans un vase hermétiquement clos avec une solution d'hypobromite de soude. La pression de l'azote qui se dégage est indiquée par un petit manomètre; on en déduit avec une grande exactitude la quantité d'urée, au moyen d'une table qui accompagne l'appareil. Celui-ci peut servir aussi pour le dosage de l'acide carbonique dans les carbonates.

Séance du 10 avril 1881.

M. le prof. *Græbe* rend compte de recherches commencées dans son laboratoire par M. Wolf. Un mélange d'acide gallique et d'acide benzoïque, traité par l'acide sulfurique, donne, d'après Seuberlich, l'anthragallol

$$C_6H_4 \begin{matrix} —CO— \\ \\ —CO— \end{matrix} C_6H(OH)_3$$

(position 1, 2, 3), isomère de la purpurine (position 1, 2, 4). M. Wolf a répété cette expérience et l'a complétée en démontrant que l'anthragallol appartient bien au type de l'anthracène. En le chauffant avec du zinc en poudre, il a obtenu en effet de l'anthracène.

M. *Lossier* donne à la Société d'intéressants détails sur la méthode de séparation des métaux par l'électricité, méthode qui est employée avec succès depuis un an à l'usine de dégrossissage de la Coulouvrenière. Les appareils se composent de grandes caisses en bois, d'un mètre de largeur sur $1^m,5$ de longueur, remplies d'une solution étendue de nitrate de cuivre. Les métaux à séparer sont coulés en plaques de 8^{mm} d'épaisseur, que l'on suspend,

au nombre de 10 par caisse, dans ce bain. Elles forment le pôle positif; le pôle négatif est représenté par des plaques de cuivre, distantes des premières de 15 centimètres. L'acide mis en liberté par le courant se porte au pôle positif et y dissout tous les métaux, sauf l'or, tandis qu'une quantité équivalente vient se déposer au pôle négatif. Cependant, la force motrice employée étant assez faible, il en résulte que les sels dont la chaleur de formation est supérieure à environ 30 calories, restent en dissolution; c'est le cas du zinc, du fer, du plomb, du nickel et du manganèse. Le cuivre et l'argent seuls se déposent au pôle négatif, le premier sous forme de granulations adhérentes qui restent attachées à la plaque de cuivre, le second à l'état d'une poudre fine qui se rassemble au fond des caisses; leur séparation ultérieure se fait donc facilement.

L'or reste au pôle positif. Malgré l'épaisseur assez forte des plaques, l'attaque est complète, et l'on peut admettre que l'or atteindrait une pureté presque parfaite, s'il restait suspendu au pôle positif; mais il prend vers la fin de l'opération un état spongieux et tombe par morceaux au fond des caisses. Il contient alors 6-7 % d'argent dont on le débarrasse par un traitement à l'acide sulfurique; on l'amène ainsi à ne plus conserver que 0,3 % d'argent et des traces de cuivre.

Amé PICTET.

BULLETIN SCIENTIFIQUE

ASTRONOMIE.

PROF. E.-C. PICKERING. — CAUSE DE LA VARIABILITÉ DES ÉTOILES DU TYPE D'ALGOL. (*Proceedings American Acad.* Vol. XVI.)

L'étoile Algol ou β de Persée est l'exemple le plus saillant de l'espèce d'étoiles, dites variables, dont l'éclat est ordinairement constant, mais qui, à des intervalles réguliers, perdent dans l'espace de quelques heures une portion considérable de leur lumière et la regagnent ensuite avec une promptitude analogue. Ces changements se répètent avec la plus grande régularité, en sorte que les intervalles se calculent parfois à une fraction de seconde près.

Plusieurs astronomes ont étudié successivement les variations d'Algol : Argelander de 1840 à 1866; Schmidt dès 1846, et Schönfeld dès 1859 jusqu'à l'époque actuelle. Leurs observations ont permis à M. Pickering de mettre d'accord avec les apparences la théorie qui attribue ces changements d'éclat à un satellite obscur circulant autour de l'étoile, ayant un diamètre inférieur à celui de l'étoile et éclipsant son disque à chaque révolution. L'éclat de l'étoile étant réduit, d'après Schönfeld, à 0,416 de sa valeur totale, la diminution de la lumière reçue est de 0,584, et le diamètre du satellite doit être au moins de $\sqrt{0,584} = 0,764$ de celui de l'étoile.

Cette valeur satisfait assez bien aux calculs de la quantité de lumière observée de demi-heure en demi-heure pendant les phases de décroissance et de croissance, conformément aux données de Schönfeld, phases qui durent 4 h. 35 m. avant et après le minimum. On remarque bien une légère discordance systématique avec l'observation, la quantité calculée

étant trop petite entre 2 et 3 $^1/_2$ heures de distance du minimum, et un peu trop grande à 1 h. et 1 $^1/_2$ h. du minimum. Mais on peut expliquer ce désaccord par l'existence d'une atmosphère absorbante qui rendrait le bord du disque moins brillant que son centre. On peut aussi critiquer les estimations de Schönfeld quand elles s'appliquent, exprimées en logarithmes, à une étoile pâle ou à une étoile brillante.

Considérant ensuite l'inégalité de la marche de la diminution ou de l'augmentation de la lumière, Schönfeld croit l'avoir constatée, si l'on compare des intervalles de temps à égale distance de la phase minimum. D'autres astronomes la mettent en doute. Trois explications sont proposées pour s'en rendre compte, dont la plus probable est que l'orbite du satellite est elliptique et que dès lors sa vitesse de translation est variable. Le problème se trouve être celui d'un système binaire à calculer, dont on connaît la période et un certain nombre de distances, mais aucun angle de position. Moyennant certaines corrections dans l'époque de l'entrée et dans celle de la sortie, l'auteur arrive à une orbite d'une excentricité égale à 0,5; mais elle lui paraît peu admissible et il préfère adopter l'hypothèse d'une orbite circulaire. Cette orbite supposant une distance de 0",0138 et une inclinaison de 87°,1 satisfait aux observations avec des écarts qui rentrent dans la limite des erreurs possibles dans l'appréciation des éclats de l'étoile.

Quant à la durée de la période de la variation d'éclat, ou de la révolution du satellite, les observations prouvent qu'elle a subi une diminution pendant le siècle où elles ont été faites. Cette altération peut être attribuée à l'existence d'un deuxième satellite ou à celle d'un milieu résistant. La durée de la période résultant des données recueillies entre 1780 et 1830 serait de 2 jours, 20 heures, 48 minutes, 58,5 secondes; entre 1830 et 1850, elle serait tombée à 2 j., 20 h., 48 m., 53,7 s., et après 1850 la détermination donnée par Schönfeld: 2 j., 20 h., 48,9 m. satisfait le mieux aux observations.

CHIMIE.

RECHERCHES FAITES DANS LES LABORATOIRES DE ZURICH.
(*Berichte*, XIV, p. 283.)

M. *Lunge* rend compte de recherches faites par *F. Hodges*, pour savoir si les parties insolubles du chlorure de chaux renferment une substance agissant d'une manière destructive sur les fibres végétales; le résultat est négatif, le résidu se comporte comme du carbonate de chaux.

M. *Abeljanz* a construit un nouvel appareil pour contrôler le degré d'inflammabilité des pétroles. Une quantité égale de pétrole est chauffée dans chaque cas au bain-marie, et de temps en temps on fait passer dans le récipient, à une certaine distance du liquide, une étincelle électrique toujours de même longueur et de même force, en observant exactement la température du bain. Cet appareil a été adopté par le canton de Zurich pour l'essai des pétroles.

M. *Heumann* a fait des essais pour se rendre compte de la vitesse de la propagation de la flamme pour des liquides divers. Il imprègne un fil de coton de la substance, et note la rapidité de combustion. Il a obtenu les chiffres suivants :

	A	B
Glycérine	0.9^{cm}	0.8^{cm}
Huile d'olive.....	1.0	1.2
Id. de lin.....	1.3	0.8
Aniline.........	9.8	9.7
Nitrobenzine	20.8	24.8
Térébenthine....	86.0	84.0
Alcool absolu....	276.0	312.0
Pétrole I........	46.0	—
Pétrole II	—	58.0
Huile impériale ..	—	38.4
Huile de Möhring.	7.0	—

pour une minute de temps.

Dans la première série d'expériences, la température de la chambre était de 14° C., dans la seconde de 17° C.; dans la série A, la mèche était formée de 24 fils de coton tordus ensemble, dans la série B de 8.

M. *Heumann* indique aussi qu'il s'est servi avec succès de la tropéoline OO de Witt, pour constater dans le vinaigre de petites quantités d'acides minéraux; cependant M. *Langer*, qui a fait des essais quantitatifs à ce sujet, ne reconnaît pas à cette méthode une très grande exactitude, il fait aussi remarquer que l'acide tartrique donne la même réaction que les acides minéraux, tandis que les tartrates ne la donnent pas.

J.-G. SCHMIDT. ACTION DU FURFUROL SUR LES ALDÉHYDES ET LES ACÉTONES EN PRÉSENCE DE LA SOUDE CAUSTIQUE. (*Berichte* XIII, 2342 et XIV, p. 574, Zurich.)

L'auteur obtient par l'action de l'aldéhyde sur le furfurol un isomère de l'acide benzoïque $C_7H_6O_2$, fusible à 51°, et se solidifiant de nouveau à 24°, volatil avec les vapeurs d'eau, bien soluble dans l'alcool et l'éther, peu dans l'eau froide, et bouillant vers 200° en se décomposant partiellement. Cette substance présente les caractères d'une aldéhyde. Digérée avec de l'oxyde d'argent, on obtient l'acide furfuracrylique de Baejer; on peut donc l'appeler furfuracroléine; la réaction qui lui donne naissance serait :

$$C_4H_3O-COH + CH_3COH = H_2O + C_4H_3O-CH = CH-COH$$

Schmidt a préparé de la même manière l'homologue supérieur, l'aldéhyde furfurcrotonique $C_8H_8O_2$, liquide bouillant à 121° sous une pression de 11^{mm}. Traité par l'oxyde d'argent on obtient des aiguilles fusibles à 107°, qui sont probablement l'acide $C_8H_8O_3$. L'aldéhyde benzoïque ne donne pas la même réaction, mais bien l'acétone ordinaire; on obtient des aiguilles fusibles à 37°, possédant une odeur forte et agréable, dont la formule n'est pas encore établie.

CH. JEZLER. ANALYSES DE QUELQUES BOUES DE WELDON. (*Polyt. Journ.*, 239, p. 74, Schaffhouse.)

L'auteur donne quatre analyses de boues de Weldon, obtenues : 1° avec une chaux mal éteinte; 2° par une oxydation

faite à haute température; 3° dans une fabrique de la Tyne, et 4° de boue obtenue en se servant de chaux dolomitique.

C. GRÆBE ET J. WALTER. SUR LE PICÈNE. (*Berichte de Berlin*, XIV, p. 175, Genève.)

Le picène est un carbure d'hydrogène provenant des derniers produits de distillation des pétroles de Californie; il a été aussi trouvé par Burg dans les résidus de distillation des lignites. Pur, il forme des feuilles incolores fusibles à 330°—335°, il bout à 518—520°, sa densité de vapeur a été trouvée en moyenne 9 80. La formule est $C_{22}H_{14}$, qui correspond à une densité 9.56. Ce carbure d'hydrogène appartient à la série du phénanthrène et du chrysène.

V. MERZ ET W. WEITH. ÉTHÉRIFICATION DES PHÉNOLS. (*Berichte*, XIV, p. 187, Zurich.)

Les résultats du travail sont:

1° Si l'on chauffe le phénol avec du chlorure de zinc à environ 350°, on obtient l'éther diphénylique $C_6H_5—O—C_6H_5$.

2° Si l'on distille du phénol et du chlorure d'aluminium, on obtient en outre de l'éther précédent, de la benzine, et de l'oxyde de méthylendiphényl, $CH_2 \begin{matrix} \diagup C_6H_4 \diagdown \\ \diagdown C_6H_4 \diagup \end{matrix} O$ celui-ci par oxydation donne une kétone $(C_6H_4CO)_2$, qui par fusion avec de la potasse caustique donne les acides, phénique et salicilique.

3° Les deux oxynaphtalines sont transformées en éthers dinaphtyliques soit par le chlorure de zinc, soit par l'acide chlorhydrique, mais tandis que la modification β se produit pure, la modification α est toujours accompagnée d'un peu d'oxyde de dinaphtylène.

4° Les naphtols chauffés avec réfrigérant ascendant, se transforment en oxyde de naphtylène, la modification β donnant en même temps de l'éther dinaphtylique; cette réaction est facilitée par la présence d'oxygène, mais elle a aussi lieu en tubes fermés.

5° Les oxydes de dinaphtyle et les oxydes de dinaphtylène donnent avec l'acide picrique les combinaisons :

$$\alpha \text{ ou } \beta\ (C_{10}H_7)_2O \ .\ 2\,C_6H_2(NO_2)_3OH$$
$$\alpha \text{ ou } \beta\ (C_{10}H_6)_2O \ .\ 2\,C_6H_2(NO_2)_3OH$$

R. Gnehm. Essais sur la transformation de la cumarine et de ses dérivés en dérivés du groupe de l'indigo. (*Berichte*, XIV, p. 262, Zurich.)

L'auteur n'a pas réussi à transformer la cumarine en carbostyrile, ni par l'ammoniaque ni par le chlorure de zinc ammoniacal; de même la transformation de l'acide cumarique en acide orthoamidocinnamique n'a pas réussi.

J. Crafts et F. Meyer. Densité de vapeurs de l'iode. (*Comptes rendus*, XCII, p. 39, Genève.)

Les auteurs ont déjà précédemment émis l'hypothèse que l'iode se dissociait par une élévation de température, que la limite devait être obtenue lorsque I_2 serait devenu $2\,I_1$, que la densité de vapeurs serait alors 4.4, et ne pourrait être dépassée. Cette hypothèse a été vérifiée en chauffant l'iode mélangé d'air et dans un vide partiel. La constante 4.4 a été atteinte à 1350°, avec une tension de 0.1 atmosphère; à 1400° avec 0.2; avec 0.3 à 1500°, la densité était 4.6; avec 0.4 et à 1450° elle était de 4.9.

M. Nencki et N. Sieber. Combinaisons des acides gras mono- et bibasiques avec les phénols. (*Journ. pr. Ch. N. F.*, XXIII, p. 147. *Berichte*, XIV, p. 677, Berne.)

Les auteurs ont obtenu la dioxyacétophénone $C_6H_5(C_2H_3O)O_2$ en chauffant la résorcine avec le chlorure de zinc et l'acide acétique glacial à 140°—150°. Elle forme des aiguilles ou des

feuilles rhombiques, fusibles à 142°, solubles avec une couleur violette foncée dans les alcalis. L'acide nitrique donne un produit de substitution, longues aiguilles fusibles à 142°. La résorcine donne des produits analogues avec les acides formique et butirique ; de même le pyrogallol avec l'acide acétique. Enfin les auteurs ont préparé la succinylfluorescéine par la résorcine et l'acide succinique, soit au moyen de l'acide sulfurique, soit du chlorure de zinc à 190°—195°. Le rendement est bon, 70—80 %. Le produit cristallisé d'une dissolution d'acide chlorhydrique a la formule $C_{16}H_{12}O_5 + 3\ H_2O$. La dissolution alcaline présente une forte fluorescence, l'eau de brôme donne un dérivé tétrabromé analogue à l'éosine,

$$\begin{array}{ll} & \qquad\qquad\qquad / OH \\ C_2H_4 \left\langle\begin{array}{l} CO.C_6HBr_2 \diagdown \\ CO.C_6HBr_2 \diagup \end{array}\right. & O \\ & \qquad\qquad\qquad \diagdown OH \end{array}$$

et qui est peu inférieure comme matière colorante, quoique la nuance soit un peu plus foncée.

Les dérivés halogènes des acides monobasiques se comportent comme les acides bibasiques, c'est-à-dire qu'avec la résorcine ils forment aussi des fluorescéines avec élimination de HCl, ou HBr_2 et H_2O.

G.-W.-A. KAHLBAUM. POLYMÈRES DE L'ÉTHER MÉTHYLIQUE DE L'ACIDE ACRYLIQUE. (*Berichte*, XIII, p. 2348, Bâle.)

L'éther méthylique de l'acide acrylique préparé d'après la méthode de Tollens, est un liquide trés fluide bouillant vers 85°; au bout d'un certain temps il se transforme en une masse gélatineuse transparente, qui a perdu l'odeur caractéristique de l'éther, mais qui a la même composition ; si on distille ce corps, on obtient une huile de même formule empirique, mais qui a d'autres propriétés physiques ; le poids spécifique et l'indice de réfraction ont été déterminés par M. Kahlbaum.

ED. SCHAER. APERÇU CRITIQUE DE LA VALEUR RESPECTIVE DES DÉSINFECTANTS. (Brochure publiée à Zurich.)

G. Lunge. Détermination du soufre dans les pyrites. (*Z. Anal. Chem.*, XIX, p. 419, Zurich.)

Ce travail est une critique des différentes méthodes d'analyses.

E. Schulze et J. Barbieri. Détermination dans les plantes des substances albuminoïdes et des substances azotées n'appartenant pas a la série de l'albumine. (*Landw. Vers. Stat.*, XXVI, p. 213, Zurich).

Ce travail n'est pas susceptible d'analyse.

K. Heumann. Essai de nomenclature des combinaisons azotées. (*Berichte Berl. ch. Ges.*, XIII, p. 2023, Zurich.)

BOTANIQUE.

Bulletin des travaux de la Société botanique de Genève pendant les années 1879-80. (Genève, Georg.)

Le second cahier du Bulletin de la Société botanique de Genève renferme quelques travaux intéressants, et dénote dans cette Société, fondée depuis peu d'années, une activité scientifique que nous sommes heureux de constater.

Signalons d'abord la monographie des Characées genevoises de M. le prof. Müller. Dans ce travail, qui peut être considéré comme résumant l'ensemble des Characées de l'Europe centrale, non maritime, l'auteur a repoussé la division en deux familles et plusieurs genres et maintenu les deux anciens genres Nitella et Chara, subdivisés chacun en deux sections. Il énumère 11 espèces de Nitella et 11 espèces de Chara représentant en tout 104 formes différentes. Sur ce

nombre, 9 espèces de Nitella et 6 de Chara (en tout 75 formes différentes) ont été actuellement observées dans les eaux genevoises; mais il est fort possible que les autres y existent également. Les ouvrages antérieurs étaient bien moins complets.

Le même auteur a donné une classification du règne végétal en 5 embranchements et 12 classes (1 embranchement, 2 classes pour les phanérogames, 4 embranchements et 10 classes pour les cryptogames).

M. S. Calloni publie deux notices tératologiques avec planches. Dans la première, il étudie la pistillodie complète des étamines d'une fleur de *Persica vulgaris*. Cette monstruosité se reproduit régulièrement depuis 15 ans sur un individu issu de semis et offre tous les caractères d'une idiosyncrasie purement individuelle. Dans la seconde il décrit un cas de chorise ou polyphyllie uni-radiale et collatérale dans la fleur d'*Erythronium Dens-canis* L. Un pétale présente un développement exagéré, l'étamine et les carpelles qui lui correspondent sont doubles.

Enfin le même auteur a étudié la végétation du *corme* ou bulbe du *Ranunculus bulbosus* L. M. M.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

M. le prof. E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS D'AVRIL 1881.

Le 1er, forte pluie l'après-midi.
2, de 8 h. à 8 $^1/_2$ h. soir, éclairs et tonnerres au SO.
3, à 3 h. $^3/_4$ éclairs et tonnerres.
6, brouillard le matin, faible halo lunaire dans la soirée.
7, brouillard le matin.
8, id.
9, brouillard le matin, à 5 $^1/_2$ après midi éclairs et tonnerres, avec une forte averse ; l'orage passe du NO. au SE.
10, léger brouillard le matin.
11, forte rosée le matin ; halo lunaire dans la soirée.
12, rosée le matin.
13, id.
14, id.
16, brouillard le matin.
17, rosée le matin.
19, assez forte bise dans la soirée, qui dure jusqu'au lendemain à midi, la pluie ne cessant pas de tomber.
21, il a neigé dans la nuit du 20-21 sur toutes les montagnes des environs.
22, il a neigé jusque dans la plaine.
24, forte rosée le matin.
25, gelée blanche le matin, minimum + 0°,4.
28, rosée le matin.
29, faible gelée blanche le matin, minimum + 1°,0.
30, faible rosée le matin.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM.	mm
Le 4 à 10 h. matin..........	720,16
9 à 10 h. soir............	727,08
14 à 10 h. soir	727,16
25 à 10 h. matin	732,29
29 à 6 h. matin	732,83

MINIMUM.	mm
Le 3 à 6 h. matin..........	715,42
6 à 4 h. après midi......	715,71
11 à 4 h. après midi	723,24
19 à 6 h. soir	713,84
26 à 6 h. soir	726,03

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale	Température C. Moyenne des 24 heures	Température C. Écart avec la temp. normale	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Tension de la vap. Moy. des 24 h.	Tension de la vap. Écart avec la tension normale.	Fract. de saturation en millièmes Moy. des 24 h.	Fract. de saturation Écart avec la fraction norm.	Fract. de saturation Minim.	Fract. de saturation Maxim.	Pluie ou neige Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige Nomb. d'h.	Vent dominant.	Nébulosité moyenne	Temp. du Rhône Midi.	Temp. du Rhône Écart avec la temp. normale.	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	°	°	°	°	millim.	millim.					mm.				°	°	cm
1	718,92	— 5,61	+ 5,22	— 1,61	+ 4,3	+ 7,0	6,24	+1,07	956	+238	840	990	22,6	15	N. 1	1,00	+7,7	+ 0,4	137,5
2	716,93	— 7,59	+ 8,79	+ 1,82	+ 5,7	+11,8	7,23	+2,02	867	+151	720	980	0,8	2	N. 1	0,82	8,2	+ 0,9	143,2
3	715,94	— 8,57	+ 9,32	+ 2,22	+ 7,6	+12,5	7,66	+2,41	900	+186	720	960	...	...	N. 1	0,93	...	.....	148,0
4	719,71	— 4,79	+ 5,89	— 1,35	+ 4,1	+ 8 8	5,92	+0,63	867	+154	760	930	5,0	8	NNE. 1	1,00	8,4	+ 0,9	147,0
5	717,92	— 6,57	+ 5,74	— 1,64	+ 4,2	+ 7,7	6,03	+0,70	892	+181	780	910	0,5	3	NNE. 1	0,96	8,4	+ 0,8	151,5
6	717,14	— 7,35	+ 7,86	+ 0,35	+ 5,1	+13,7	6,82	+1,45	873	+163	640	940	...	...	N. 1	0,79	7,8	+ 0,1	148,1
7	719,81	— 4,67	+ 9,93	+ 2,28	+ 8,7	+12,3	7,90	+2,48	882	+174	750	970	...	...	N. 1	1,00	8,2	+ 0,5	147,0
8	724,04	— 0,44	+ 9,82	+ 2,03	+ 8,0	+14,1	8,19	+2,72	920	+213	740	970	6,9	8	N. 1	0,97	8,2	+ 0,4	148,5
9	726,30	+ 1,82	+11,21	+ 3,28	+ 8,3	+17,1	8,44	+2,93	871	+165	570	970	8,5	7	variable	0,93	8,6	+ 0,7	145,7
10	725,86	+ 1,37	+11,39	+ 3,32	+ 8,7	+15,2	7,89	+2,33	808	+104	580	950	...	...	NNE. 1	0,66	..	.....	143,3
11	724,01	— 0,48	+11,97	+ 3,76	+ 8,4	+17,0	7,43	+1,82	732	+ 29	480	850	...	...	variable	0,71	9,7	+ 1,6	142,6
12	724,67	+ 0,17	+13,06	+ 4,71	+ 9,0	+17,3	7,23	+1,57	669	— 33	410	890	...	...	N. 1	0,41	10,2	+ 2,0	140,7
13	724,76	+ 0,25	+11,92	+ 3,43	+ 7,3	+18,0	7,79	+2,08	752	+ 51	610	900	0,4	1	N. 1	0,74	10,7	+ 2,4	139,7
14	726,00	+ 1,48	+11,12	+ 2,49	+ 8,2	+13,7	7,99	+2,22	821	+121	600	910	1,1	3	SSO. 1	0,93	11,4	+ 3,0	137,5
15	726,24	+ 1,71	+12,84	+ 4,07	+ 9,3	+17,2	6,65	+0,83	631	— 69	420	790	...	...	S. 1	0,82	8,7	+ 0,2	138,2
16	726,08	+ 1,53	+11,04	+ 2,13	+ 8,5	+16,1	8,00	+2,13	836	+137	610	980	0,2	...	N. 1	0,94	9,6	+ 1,0	136,4
17	725,06	+ 0,50	+11,55	+ 2,50	+ 6,4	+16,8	8,06	+2,13	800	+102	570	950	...	...	N. 1	0,52	...	.....	136,0
18	720,04	— 4,54	+14,82	+ 5,63	+ 9,6	+20,0	7,63	+1,64	630	— 67	440	900	...	...	N. 1	0,69	10,7	+ 1,9	133,2
19	714,65	— 9,95	+13,02	+ 3,68	+ 9,0	+16,3	8,34	+2,29	780	+ 83	550	970	...	...	SO. 2	0,94	10,7	+ 1,9	132,0
20	714,84	— 9,78	+ 5,05	— 4,43	+ 3,8	+ 9,0	5,61	—0,50	877	+181	680	990	7,4	17	NE. 2	1,00	10,4	+ 1,5	134,2
21	715,59	— 9,05	+ 6,67	— 2,95	+ 5,0	+ 8,6	4,95	—1,22	694	— 2	590	810	...	...	NNE. 1	1,00	10,3	+ 1,3	133,0
22	718,59	— 6 08	+ 3,78	— 5,98	+ 2,7	+ 7,0	4,44	—1,79	780	+ 85	510	900	0,8	2	S. 1	1,00	10,1	+ 0,9	131,0
23	724 80	+ 0,11	+ 4,75	— 5,16	+ 0,9	+ 8,2	4,32	—1,97	698	+ 3	430	930	...	...	N. 2	0,48	10,2	+ 0,9	129,8
24	725,40	+ 0,68	+ 6,36	— 3,69	+ 0,9	+11,1	4,45	—1,90	638	— 57	460	840	...	...	NNE. 1	0,51	...	.....	127,7
25	731,63	+ 6,88	+ 8,08	— 2,12	+ 0,4	+13,3	4,74	—1,67	604	— 91	410	900	...	...	S. 1	0,67	10,7	+ 1,2	126,8
26	727,46	+ 2,68	+ 9,19	— 1,15	+ 5,4	+13,6	5,63	—0,85	677	— 17	450	880	6,0	13	SSO. 1	0,97	9,9	+ 0,3	125,5
27	729,70	+ 4,89	+ 7,08	— 3,40	+ 3,9	+11,5	4,14	—2,40	581	—113	380	830	...	...	N. 1	0,80	9,0	— 0,7	126,3
28	728,26	+ 3,42	+ 6,63	— 4,00	+ 1,7	+10,4	3 97	—2,64	573	—121	280	810	...	...	NNE. 2	0,32	10,0	+ 0,2	124,5
29	732,02	+ 7,14	+ 7,36	— 3,41	+ 1,0	+11,5	3,56	—3,12	492	—202	270	770	...	...	N. 2	0,00	10,1	+ 0,2	122,0
30	728,50	+ 3,59	+ 9,34	— 1,58	+ 0,2	+15,3	5,06	—1,68	579	—115	330	790	...	...	variable	0,34	10,2	+ 0,2	119,5

MOYENNES DU MOIS D'AVRIL 1881.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	720,40	720,63	720,85	720,43	719,88	719,54	719,82	720,38	720,63
2e »	723,10	723,27	723,27	722,72	722,25	721,85	721,75	722,11	722,28
3e »	725,98	726,23	726,41	726,34	726,11	725,94	726,10	726,73	727,03
Mois	723,16	723,38	723,51	723,16	722,75	722,44	722,56	723,08	723,32
Température.									
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	+ 7,05	+ 7,68	+ 8,75	+ 9,71	+10,99	+11,17	+ 9,58	+ 8,73	+ 8,44
2e »	+ 9,16	+10,72	+11,73	+13,36	+14,61	+14,98	+13,70	+12,12	+11,24
3e »	+ 3,85	+ 6,54	+ 7,79	+ 8,94	+ 9,81	+ 9,78	+ 9,21	+ 7,94	+ 6,39
Mois	+ 6,69	+ 8,32	+ 9,43	+10,67	+11,81	+11,98	+10,83	+ 9,60	+ 8,69
Tension de la vapeur.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	7,03	7,07	7,26	7,25	7,15	7,28	7,42	7,59	7,50
2e »	7,75	7,84	7,69	7,40	7,23	7,03	7,43	7,63	7,71
3e »	5,00	4,70	4,40	4,26	4,33	4,25	4,58	4,63	5,03
Mois	6,59	6,54	6,45	6,30	6,24	6,19	6,47	6,62	6,75
Fraction de saturation en millièmes.									
1re décade	929	893	852	804	732	741	838	898	904
2e »	895	820	753	655	594	562	636	729	770
3e »	828	644	558	514	481	479	531	586	703
Mois	884	786	721	658	602	594	668	738	792

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Température du Rhône.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	0	0		0	mm	cm
1re décade	+ 6,47	+ 12,02	0,91	8,19	44,3	145,98
2e »	+ 7,95	+ 16,14	0,77	10,23	9,1	137,05
3e »	+ 2,21	+ 11,05	0,61	10,06	6,8	126,61
Mois	+ 5,54	+ 13,07	0,76	9,54	60,2	136,55

Dans ce mois, l'air a été calme 0,7 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 2,71 à 1,00.

La direction de la résultante des vents observés est N. 9°,9 E. et son intensité est égale à 41,8 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU GRAND SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS D'AVRIL 1881.

Le 1er, brouillard et neige tout le jour ; fort vent du SO.
2, brouillard le matin et le soir ; neige le soir.
3, neige tout le jour.
4, brouillard le matin et le soir.
5, brouillard et neige tout le jour ; fort vent du SO.
6, brouillard le soir.
8, brouillard tout le jour.
9, brouillard le matin et le soir.
10, id.
11, id.
13, brouillard le soir.
14, brouillard et neige tout le jour.
15, brouillard tout le jour.
16, id.
17, id., fort vent du SO.
18, id. id.
19, brouillard et neige une grande partie de la journée.
20, id. id.
21, id. id.
22, id. id. ; la neige est tombée par une forte bise, et elle n'a pas pu être recueillie et mesurée.
23, brouillard tout le jour ; très forte bise.
24, id. id.
25, brouillard et neige le soir ; assez forte bise.
26, brouillard et neige tout le jour ; très forte bise.
27, id. id. ; l'on n'a pu recueillir qu'une partie de la neige tombée ces deux jours ; une partie était emportée par la violence du vent.
28, brouillard le matin et le soir ; très forte bise.
29, très forte bise.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM

		mm
Le 4	à 10 h. soir	558,84
9	à 10 h. soir	564,34
17	à 10 h. soir	565,21
25	à 2 h. après midi	565,82
30	à 10 h. soir	566,72

MINIMUM.

		mm
Le 3	à 8 h. matin	555,71
6	à 6 h. matin	557,31
11	à 4 h. après midi	562,16
21	à 6 h. matin	551,55
28	à 6 h. matin	560,21

SAINT-BERNARD. — AVRIL 1881.

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale.	Baromètre. Minimum.	Baromètre. Maximum.	Température C. Moyenne des 24 heures.	Température C. Écart avec la température normale.	Température C. Minimum.	Température C. Maximum.	Pluie ou neige. Hauteur de la neige.	Pluie ou neige. Eau tombée dans les 24 h.	Pluie ou neige. Nombre d'heures.	Vent dominant.	Nébulosité moyenne.
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°	millim.	millim.			
1	558,86	— 1,49	557,58	560,02	— 2,91	+ 2,57	— 3,0	— 1,5	90	8,4	....	SO. 2	1,00
2	557,48	— 2,92	557,00	557,78	— 1,11	+ 4,25	— 3,3	+ 1,2	40	2,8	....	SO. 1	0.56
3	556,27	— 4,19	555,71	556.80	— 2,00	+ 3,24	— 2,3	— 0 3	240	18,2	....	variable	0,79
4	558,16	— 2,36	557,11	558,84	— 1,52	+ 3,60	— 3.2	+ 0,5	.....	.....	....	SO. 1	0,71
5	557,59	— 2,99	557,37	558,06	— 2,48	+ 2,51	— 2,7	— 1,3	80	10,2	....	SO. 2	1,00
6	557,76	— 2,88	557,31	558,34	— 2,48	+ 2,38	— 5,1	— 0,3	.....	.....	....	SO. 1	0,62
7	559,80	— 0,91	558,56	560,78	+ 0,57	+ 5,31	— 2,0	+ 3,3	.....	.....	....	SO. 1	0,73
8	562,29	+ 1,51	561,15	563,02	+ 0,60	+ 5,21	— 1,1	+ 3,5	.....	.....	.. .	NE. 1	0,98
9	563.92	+ 3,07	563,22	564.34	+ 0,04	+ 4,52	— 1,7	+ 5.0	.....	.....	....	NE. 1	0,93
10	563.33	+ 2,41	563,21	563,59	0,00	+ 4.35	— 2,0	+ 2,3	.....	.....	....	NE. 1	0,90
11	562,43	+ 1,44	562,16	562,93	— 0,23	+ 3,99	— 2,7	+ 2,8	....	.....	....	variable	0,68
12	563,05	+ 1,99	562,67	563.84	+ 0,04	+ 4,13	— 2,5	+ 4,6	.....	.....	....	NE. 1	0,39
13	563,78	+ 2,64	563 46	564,20	— 0,72	+ 3,24	— 2,8	+ 2 6	.....	.....	....	SO. 1	0,70
14	563,86	+ 2,64	563,81	564.06	— 3,46	+ 0,37	— 4,4	— 1,1	90	8,4	....	NE. 1	1,00
15	564 29	+ 2,99	564,18	564,52	— 3,90	— 0,21	— 4,8	— 2,3	.....	.....	....	variable	1,00
16	563,93	+ 2,55	563,83	564.24	— 1,65	+ 1,90	— 4,4	+ 2,4	.....	.....	....	SO. 1	0,91
17	564,87	+ 3,41	564,37	565,21	— 1,66	+ 1,75	— 3,2	+ 0,4	.....	.....	....	SO 2	0,92
18	562,72	+ 1,18	560,95	564,40	— 2,01	+ 1,26	— 2,4	— 0,9	.....	.....	....	SO. 2	1,00
19	555.79	— 5,83	554,96	557,79	+ 0,76	+ 3,89	— 1,6	+ 5,0	80	5,8	....	NE. 1	0,84
20	552,57	— 9,14	552,28	553,07	— 1,63	+ 1,36	— 3,9	+ 1,4	50	3,4	....	NE. 1	0,78
21	552,56	— 9,24	551,55	553,73	— 4,06	— 1,21	— 6.3	+ 0,2	40	2,1	....	NE. 1	0,89
22	552,52	— 9.37	551,82	553,82	—10,03	— 7,32	—11,9	— 7,2	.....	.....	....	NE. 3	1 00
23	558.01	— 3,97	555,55	559,70	—10,23	— 7,66	—12,5	— 8,0	.....	.....	....	NE. 3	0,96
24	559,60	— 2,47	558,26	562,11	— 8,46	— 6,03	—10,4	— 5,9	.....	.....	....	NE. 2	0,82
25	565,14	+ 2,98	563,56	565,82	— 6,00	— 3,71	—10.3	— 3,0	70	4,6	....	NE. 2	0,43
26	562,12	— 0,13	560,98	562,84	— 4,42	— 2,28	— 7,7	— 2,0	90	7,4	....	NE. 2	0.86
27	561,67	— 0,67	560,57	562,11	— 9,34	— 7,35	—10,0	— 7,3	40	2,4	....	NE. 3	0,88
28	561,47	— 0,96	560.21	563.33	- 8,62	— 6,77	—11,8	— 4,7	.....	.....	....	NE. 2	0 62
29	564,78	+ 2,26	564,02	565,72	— 7,73	— 6.02	—12,1	— 3,7	.....	.....	....	NE. 2	0,00
30	566,18	+ 3,56	565,73	566,72	+ 0,91	+ 2,48	— 4,6	+ 4,4	.....	.....	....	SO. 1	0,16

MOYENNES DU MOIS D'AVRIL 1881.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	559,21	559,29	559 55	559,70	559,65	559,57	559,59	559,72	559,85
2e »	562,08	561,90	561,79	561,77	561,68	561,61	561,59	561,64	561,71
3e »	559,50	559,70	559,97	560,25	560,49	560,59	560,87	561,09	561,39
Mois	560,27	560,30	560,44	560,57	560,61	560,59	560,69	560,82	560,98
Température.									
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	— 2,35	— 1,70	— 0,43	+ 0,58	+ 0,84	+ 0,52	— 0,69	— 1,07	— 1,17
2e »	— 3,03	— 1,72	— 0,17	+ 0,77	+ 1,02	+ 0,52	— 1,16	— 2,09	— 2,49
3e »	— 8,67	— 6,96	— 5,79	— 4,63	— 4,23	— 4,85	— 6,22	— 7,30	— 7,86
Mois	— 4,68	— 3,46	— 2,13	— 1,09	— 0,79	— 1,27	— 2,69	— 3,49	— 3,84

	Min. observé.	Max. observé.	Nébulosité.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	0	0		mm	mm
1re décade	— 2,64	+ 1,24	0,82	39,6	450
2e »	— 3,27	+ 1,49	0,82	17,6	220
3e »	— 9,76	— 3,72	0,66	16,5	240
Mois	— 5,22	— 0,33	0,77	73,7	910

Dans ce mois, l'air a été calme 0,0 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 1,86 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E., et son intensité égale à 45,5 sur 100.

CONGRÈS GÉOLOGIQUE INTERNATIONAL

SESSION DE BOLOGNE 1881

RAPPORT DU COMITÉ SUISSE

SUR

L'UNIFICATION DE LA NOMENCLATURE

Composition du Comité :

MM. E. Renevier, prof. à l'Académie de Lausanne, *Président.*
A. Heim, prof. au Polytechnicum de Zurich, *Secrétaire.*
Alph. Favre, prof. à Genève.
Aug. Jaccard, prof. à l'Académie de Neuchâtel.
J. Bachmann, prof. à l'Université de Berne.
Edm. de Fellenberg, ingénieur-géologue à Berne.
Albr. Muller, prof. à l'Université de Bâle.
F. Muhlberg, prof. à Aarau.
Ch. Mayer-Eymar, prof. à l'Université de Zurich.

Le Comité suisse d'unification géologique s'est réuni à Berne le 30 avril 1881, pour s'occuper plus spécialement de l'unification de la nomenclature, et discuter en détail les trois propositions contenues dans la circulaire autographiée du 27 janvier 1881, et admises en principe par voie de correspondance.

Après avoir traité d'abord quelques questions relatives à l'unification des procédés graphiques, sujet dont il est rendu compte dans un autre endroit, le comité a pris

connaissance des divers rapports sur l'unification de la nomenclature, présentés par les comités français, belge, italien et espagnol; puis il en a discuté les diverses conclusions, comparativement à celles qu'il avait d'abord adoptées, comme il est dit ci-dessus.

Ces divers comités se sont contentés de discuter les termes à employer pour désigner les subdivisions d'ordre différent, hiérarchiquement subordonnées les unes aux autres.

Le Comité suisse estime au contraire qu'il faut aller plus loin. Il est indispensable, en vue de l'adoption d'une gamme internationale de couleurs conventionnelles, qu'une résolution soit prise au Congrès de Bologne sur les divisions de premier ordre et de deuxième ordre, c'est-à-dire qu'il soit statué sur le *nombre* et les *noms* des terrains géologiques, auxquels une couleur spéciale doit être affectée. Les subdivisions de ces terrains (étages, etc.), et les noms à adopter pour celles-ci, pourront, en revanche, faire l'objet d'études et de pourparlers ultérieurs, et être laissés à l'ordre du jour d'un futur congrès géologique. Il est évident qu'on ne peut pas tout unifier à la fois, et qu'ici le délai a beaucoup moins de gravité.

Le Comité suisse s'est donc occupé successivement des objets suivants :

I. Hiérarchie des subdivisions.

II. Noms des divisions de premier et deuxième ordre.

III. Règles de la nomenclature paléontologique.

I. Hiérarchie des subdivisions.

Comme l'expose fort bien M. Hébert dans le Rapport du Comité français (p. 3) les *masses minérales* qui com-

posent l'*écorce terrestre* peuvent être envisagées à trois points de vue différents, savoir :

a. Leur nature pétrographique — *Roches.*

b. Leur origine ou mode de formation — *Formations.*

c. Leur âge ou succession — *Terrains.*

Ce n'est qu'à ce dernier point de vue qu'il peut être question de *subdivisions hiérarchiques.* Mais suivant qu'on envisage les terrains, d'une manière concrète, dans leur ordre de superposition ou, d'une manière abstraite, dans l'ordre de succession des *temps* qu'ils représentent, on a besoin pour les désigner de deux séries différentes de termes subordonnés, qui doivent se correspondre exactement. Chaque terme de la *hiérarchie stratigraphique* doit donc avoir un équivalent dans la *hiérarchie chronologique.*

FORMATION. — Nous avons été heureux de constater, dans les rapports qui nous sont parvenus, un accord unanime pour rendre au terme de *formation* son sens primitif, le seul logique, qui désigne le *mode de formation* : — Formation sédimentaire ou éruptive; formation marine ou d'eau douce; formation côtière ou pélagique; ou encore formation calcaire, arénacée, gypseuse, etc.

Cette restriction de l'emploi abusif du mot de formation, et son exclusion de la série des termes hiérarchiques, avait été proposée depuis longtemps par l'un des géologues les plus compétents du commencement du siècle, et c'est ses idées que j'avais suivies dans mon tableau des terrains sédimentaires. (*Bull. Soc. vaud. Sc. nat.*, XIII, p. 221.) Avant de connaître les rapports des comités français, italien, etc., notre comité suisse s'était aussi prononcé dans le même sens, et se trouve ainsi entièrement d'accord avec eux sur ce point. Il estime toutefois

qu'on restera dans le vrai en employant l'expression de *formation* pour des dépôts locaux désignés d'après leur nature pétrographique; et que l'on pourra dire par exemple :

« La formation de la craie blanche, celle du *Seewen-kalk*, la formation des sables glauconieux de New-Jersey, celles du *Quadersandstein* et des *Pläner-Mergel* ne sont que des *faciès* différents du *terrain crétacé supérieur.* »

Hiérarchie stratigraphique. — Les termes qui peuvent être employés pour désigner les subdivisions stratigraphiques sont les suivants :

Terrain (= *Gebilde*) a un sens d'unité, et se trouve généralement employé dans une acception vaste.

Système est souvent usité dans le même sens, et a l'avantage de s'employer également en allemand, en anglais, etc.

Série a un sens multiple, et a souvent reçu une acception étendue.

Groupe a un sens multiple, quelle que soit l'amplitude de la subdivision.

Étage (= *Stufe* = *Piano*) a un sens d'unité. Sa valeur d'amplitude est différente suivant les auteurs : Les grands étages de d'Orbigny sont assez généralement usités en France. D'Archiac, au contraire, désignait par le terme *étage* des divisions plus petites. Son exemple a été suivi par M. Coquand, par Ch. Mayer dans ses tableaux synchronistiques, par moi-même dans mes tableaux des terrains, et par beaucoup d'autres géologues hors de France.

Assise (= *Lager*) a un sens d'unité encore plus restreint.

Zone se trouve dans le même cas. Il est regrettable qu'on ait donné à cette expression une acception stratigraphi-

que; car elle désigne plus naturellement une surface géographique allongée, et il eut été précieux de la conserver comme terme orographique. Mais ce mot s'est tellement accrédité dans son sens strato-paléontologique, qu'il est devenu presque impossible de lui rendre exclusivement son acception première.

Couche (= *Schichte* = *Stratum*) désigne la plus petite unité stratigraphique, comprise entre deux *joints* ou *délits*. Quand la couche est épaisse et saillante, on la nomme *banc;* si elle est mince, on la désigne souvent par les termes de *strate, lit, feuillet.*

Voici maintenant, sous forme de tableau, comment les rapports des divers comités proposent la subordination de ces termes.

VALEUR DES SUBDIVISIONS.	FRANCE HÉBERT	ITALIE MENEGHINI	BELGIQUE DEWALQUE	ESPAGNE VILANOVA
Division de 1er ordre.	Terrains. (au pluriel)	Terrain. (au singulier)	?	Série.
» de 2me ordre.	Terrain.	Système.	Terrain.	Terrain.
» de 3me ordre.	Étage.	Étage.	Système.	Mombre.
» de 4me ordre.	Assise.	Groupe?	Étage.	Étage.
» de 5me ordre.	Zone.	Zone.	Sous-étage.	Zone.

Le Comité suisse, revenant sur la première proposition qu'il avait acceptée par correspondance en mars 1881, a cherché à se rapprocher des idées du comité français, qui lui ont paru les plus généralement admises. Il s'est préoccupé aussi d'établir les équivalents les plus convenables en langue allemande pour chacun des termes français proposés. En outre, il a prévu le cas où des subdivisions d'ordre intermédiaire deviendraient nécessaires.

Voici, en définitive, la hiérarchie stratigraphique qu'il proposerait, dans les deux langues.

Premier ordre. — Il désignerait les grandes divisions (1re, 2re, 3re) par le terme de *Terrains* employé au pluriel, ou aussi *Série de Terrains;* qu'on pourrait rendre en allemand par *Gebilde.*

Deuxième ordre. — Le comité suisse admet le terme de *Terrain* (au singulier) habituellement employé dans ce sens en français. (Terrain jurassique crétacé, etc.) Ce mot n'a pas de correspondant exact en allemand, pas plus qu'en anglais. On pourrait y suppléer par celui de *System,* qui deviendrait en français un synonyme de terrain, commode dans certains cas, pour éviter de trop nombreuses répétitions.

Ordre intermédiaire. — On ne pourra pas toujours subdiviser le terrain directement en étages. Dans ce cas on placerait entre deux le *Groupe.* (Groupe du lias, du dogger, du malm.) Cette expression a l'avantage de s'employer dans presque toutes les langues.

Troisième ordre. — Nous admettrions ici le terme de *étage,* dans le sens à peu près des étages jurassiques et crétacés d'Alcide d'Orbigny. En allemand *Stufe*; en italien, etc., *Piano.* — Quand il faudrait y subordonner une subdivision intermédiaire, on la nommerait *sous-étage.*

Quatrième ordre. — Dans les cas ordinaires, l'étage se subdiviserait en *assises;* l'équivalent allemand serait *Lager.*

Cinquième ordre. — Enfin la subdivision de l'assise serait la *zone,* terme qui s'emploie de nouveau dans toutes les langues.

Il n'est pas nécessaire d'aller plus loin dans l'unification des termes hiérarchiques, car au delà tout est local. La zone elle-même n'a plus guère qu'une valeur régionale.

HIÉRARCHIE CHRONOLOGIQUE. — Les expressions disponibles pour désigner la subdivision des temps géologiques sont les suivantes, que j'énumère autant que possible dans l'ordre de leur amplitude.

Ère a un sens très étendu, plus qu'aucun des termes suivants.

Période a un sens sérial, et représente une longue durée de temps.

Cycle a le même sens sérial, mais avec une durée plutôt moindre.

Age présente un sens d'unité, avec une durée plus ou moins grande.

Époque a le même sens d'unité, mais avec un durée plutôt restreinte.

Épisode a été parfois employé pour un court espace de temps.

Moment représenterait la plus courte durée.

Voici la subordination de ces termes telle qu'elle est proposée par trois comités. M. Dewalque, dans sa brochure, n'admet pas de hiérarchie chronologique.

DIVISIONS de	COMITÉ FRANÇAIS Hébert	COMITÉ ITALIEN Meneghini	COMITÉ ESPAGNOL Vilanova
1er ordre.	Ère.	Époque.	Ère.
2me ordre.	Age.	Période.	Cycle.
3me ordre.	Période.	Age.	Age.
4me ordre.	Époque.	?	Époque.
5me ordre.	?	?	?

Le Comité suisse s'est préoccupé d'établir une corrélation naturelle, et d'une mémorisation facile entre les termes stratigraphiques et les termes chronologiques. C'est ainsi que la consonance des mots *âge* et *étage* les dési-

gne tout naturellement pour représenter le même ordre de subdivision. Puis, comme dans le cas précédent, il a cherché les meilleurs équivalents en langue allemande. Tenant compte en outre, et avant tout, de la valeur d'amplitude des termes, il s'est arrêté à la hiérarchie chronologique suivante qu'il propose à son tour au congrès :

Premier ordre. — Le terme de *Ère* lui paraît ici le plus convenable sous tous les rapports. L'ère serait le temps pendant lequel s'est formée une série de terrains (Ère primaire, secondaire, etc.). Il y a là aussi une consonance, qui facilitera la mémoire. Ère peut se rendre en allemand par *Zeit.*

Deuxième ordre. — Le terme de *Période* est très généralement usité dans cette acception. C'est déjà le sens que lui donnait Alcide d'Orbigny. Après ère c'est l'expression qui désigne la plus longue durée de temps. Son sens sérial indique tout naturellement un certain nombre d'époques ou d'âges. Il a d'ailleurs l'avantage d'être le même dans toutes les langues. La *Période* serait donc le temps pendant lequel s'est formé un terrain. (Période crétacée, etc.)

Ordre intermédiaire. — Pour représenter une période plus restreinte, celle pendant laquelle s'est formé un groupe d'étages, le comité suisse propose l'expression de *Cycle,* qui a le même sens multiple, ou sérial, que *groupe.* Ces deux termes sont d'une association très naturelle, et cycle, étant un mot moins usité, convient très bien à une subdivision éventuelle. Il remplacerait l'expression impossible de sous-période. On peut l'employer d'ailleurs dans toutes les langues.

Troisième ordre. — Le terme *Age* est celui qui convient

évidemment le mieux pour désigner le temps de formation d'un *étage*. La valeur d'amplitude de ces deux expressions est la même, et leur consonance est une raison péremptoire pour les associer. La traduction allemande toute naturelle serait *Alter*.

Quatrième ordre.— Viendrait ensuite l'*Époque*, qui serait le temps de formation d'une *Assise*. C'est la valeur que donnent à ce terme les comités français et espagnol. Il est presque le même dans toutes les langues.

Cinquième ordre. — Aucun comité n'a proposé d'expression chronologique pour cet ordre de subdivision, soit pour désigner le temps de formation d'une *zone*. Il a paru au comité suisse que le terme de *Moment*, qui est aussi polyglotte, s'appliquerait ici très naturellement, et il le propose au congrès.

Je place maintenant en regard les deux séries de termes hiérarchiques, tels que les propose le Comité suisse :

	HIÉRARCHIE		
	STRATIGRAPHIQUE		CHRONOLOGIQUE
1er ordre.	Série de Terrains	=	Ère (Zeit).
2me ordre.	Terrain (System.)	=	Période.
Ordre intermédiaire.	Groupe	=	Cycle.
3me ordre.	Étage (Stufe, Piano)	=	Age (Alter).
4me ordre.	Assise (Lager)	=	Époque (Epoche).
5me ordre.	Zone	=	Moment.

II. NOMENCLATURE DES TERRAINS.

Le comité suisse estime qu'il faut se préoccuper dès maintenant des noms à donner aux terrains de différents

ordres, soit pour fixer les bases de cette nomenclature, soit aussi pour consacrer les noms des divisions de premier et de deuxième ordre, sur lesquels on est sensiblement d'accord, et qui sont indispensables au travail d'unification des procédés graphiques.

Base de nomenclature. — Les formations locales sont parfois fort différentes les unes des autres. Loin de nous la pensée de prétendre uniformiser ce qui est différent dans la nature. Ce ne sont pas les faits qu'il s'agit d'unifier, mais les conventions et les méthodes. En effet, si l'on veut s'entendre, et ne pas perpétuer la confusion des langues, il est indispensable d'avoir une échelle chronologique conventionnelle, à laquelle on puisse rapporter, le mieux possible, les innombrables formations locales.

C'est la nomenclature de cette échelle systématique qu'il s'agit de fixer, et pour cela il faut des noms généraux et conventionnels. Le comité suisse propose donc au congrès de laisser à la synonymie locale tous les *noms pétrographiques* (calcaire grossier, craie, grès bigarré, etc.) qui ne représentent que des *faciès locaux*, et sont une source de confusion. Pour l'échelle chronologique générale, il recommande d'adopter des *noms univoques*, basés soit sur des idées systématiques ou paléontologiques (tertiaire, éocène, paléozoïque, etc.), soit sur des dénominations géographiques (jurassique, néocomien, suessonien, etc.).

Désinences euphoniques. — La terminaison homophone des noms de terrains et d'étages a été certainement une heureuse innovation en géologie, mais pour qu'elle produise tous ses fruits il faudrait qu'elle fût systématisée et généralisée davantage. Si l'on pouvait consacrer à chaque

ordre de subdivision une désinence différente, le nom même de la division indiquerait sa valeur chronologique ou stratigraphique.

Le comité espagnol seul est entré dans cette voie, et a proposé au congrès d'adopter des désinences homophones variées, pour quatre ordres de subdivisions, et pour six langues différentes, savoir :

DIVISIONS DE	FRANÇAIS	ITALIEN	ESPAGNOL	PORTUGAIS	ALLEMAND	ANGLAIS
1er ordre.	aire	ario	ario	ario	är	ary
2me ordre.	ique	ico	ico	ico	isch	ic
3me ordre.	ien	ano	ano	ano	ian	ian
4me ordre.	in	ense	ense	ense	in	in

Le comité suisse se joint volontiers à ses collègues espagnols pour recommander au Congrès ce système de désinences homophones, particulièrement en ce qui concerne les trois premières, d'un usage déjà assez fréquent, mais qui deviendrait encore plus général s'il recevait la sanction du congrès.

Divisions de premier ordre. — On admet généralement dans la phase organique de l'histoire du globe trois grandes subdivisions, que nous appellerions des Ères. On les a désignées par deux séries de noms à peu près synonymes, que l'on doit, pensons-nous, conserver toutes deux. Cette double désignation, loin d'être un embarras, constitue une facilité pour le langage géologique. Nous aurions ainsi :

Ère *cénozoïque* = *tertiaire.*

Ère *mésozoïque* = *secondaire.*

Ère *paléozoïque* = *primaire.*

auxquelles s'ajouterait, pour les terrains cristallins anciens, dont l'organicité est encore contestée, une quatrième division de premier ordre :

Ère *archéïque*.

dont le nom ne préjuge en rien les conditions d'existence.

Le comité suisse propose au congrès de donner sa sanction à tous ces noms, qui sont systématiquement formés, et ne prêtent à aucune équivoque.

Divisions de deuxième ordre. — Quant aux subdivisions de ces ères, que nous nommerions, au point de vue stratigraphique, des *Terrains*, et au point de vue chronologique, des *Périodes*, il existe aussi à l'égard de plusieurs d'entre elles un certain accord, et nous n'avons qu'à confirmer l'usage établi.

Voici les seuls points contestés, et sur chacun d'eux la manière de voir du comité suisse :

a. On a généralement distingué le *permien* comme un terrain à part à l'égal du silurien, du dévonien, du jurassique, par exemple. Mais dans ces dernières années, la paléontologie a montré que cette distinction n'était pas justifiée, et que, soit par ses végétaux, soit par ses brachiopodes, entre autres, le permien est intimement relié au carbonifère, dont il n'est qu'une dépendance. C'est ainsi que l'expression *permo-carbonifère* s'est de plus en plus introduite. Le comité suisse propose de remplacer ce nom complexe et compliqué par celui de *carbonique*, et de n'admettre que trois divisions de deuxième ordre dans l'ère paléozoïque, savoir les *Périodes silurique, dévonique* et *carbonique*.

b. Dans l'ère secondaire tout le monde admet les

Périodes triasique, jurassique et *crétacée.* Mais quelques-uns détachant le *lias* du jurassique, et en font une période à part. Cet usage est assez répandu en Angleterre, il a été suivi dans les cartes géologiques suisses au $^1/_{100.000}$ et dans mes tableaux des terrains sédimentaires. J'estime qu'il se légitime parfaitement au point de vue paléontologique, et que le *lias* constitue un terrain au moins égal en importance au *trias.* Néanmoins le comité suisse est revenu sur sa précédente décision, qui consistait à établir une *Période liasique,* avec une couleur à part. Il l'a fait dans un esprit de conciliation, parce qu'il lui a paru que l'ancienne coutume prévalait en général. Mais pour rétablir l'équivalence, il y aura lieu d'introduire ici une subdivision d'ordre intermédiaire entre le deuxième et le troisième degré, et de partager le terrain jurassique en trois *groupes* (soit la période en trois *cycles*) *lias, dogger* et *malm,* comme cela se pratique déjà beaucoup.

c. L'introduction dans la série tertiaire d'un *terrain oligocène,* comme division de deuxième ordre, ne nous paraît pas justifiée. Ce terrain devrait comprendre deux étages fort disparates, le *ligurien* (*flysch*), qui fait partie de l'éocène alpin, et l'*aquitanien* qui forme la base de la région molassique. Pour ce qui concerne la Suisse, ce mode de groupement serait donc fort peu naturel. En outre les trois groupes classiques *éocène, miocène* et *pliocène* représentent déjà des durées de temps évidemment moindres que les divisions de deuxième ordre des ères primaire et secondaire, il n'y a donc pas lieu à diminuer encore l'équivalence en augmentant, dans l'ère tertiaire, le nombre des subdivisions de deuxième ordre.

d) Quant au *quaternaire,* il n'y a pas plus de raison de le conserver comme division de deuxième ordre que comme division de premier ordre. Le régime paléontolo-

gique reste le même depuis le commencement du pliocène ancien, dont le quaternaire ne forme que la continuation naturelle. Le phénomène glaciaire lui-même a évidemment commencé pendant l'âge astien, ou peut-être même avant, et la partie profonde de notre erratique suisse représente très probablement le pliocène ancien, ainsi que le font évidemment les alluvions anciennes de divers pays, celles au moins où l'on a trouvé *Elephas meridionalis*. Il n'y a donc qu'une seule grande période depuis la fin du miocène jusqu'aux temps actuels; qu'on la nomme *période pliocène, période glaciaire, période moderne*, ou *période anthropique*, peu importe.

En conséquence le comité suisse propose de n'admettre dans l'ère cénozoïque que trois divisions de deuxième ordre, les *périodes éocène, miocène* et *pliocène*, en étendant cette dernière jusqu'aux temps actuels.

Je résume maintenant, sous forme de tableau, le grou-

	DIVISIONS DE 1er ORDRE	DIVISIONS DE 2me ORDRE		
	Ère (Zeit)=Série de Terrains	Période = Terrain (System).		
	Désinence homophone ... aire, en allemand är.	Désinence homophone ...ique, en allem. ...isch.		
Phase organique	Tertiaire=cénozoïque.	Pliocén(ique)	= P	= Jaune fumée pâle.
		Miocén(ique)	= M	= Jaune chamois.
		Éocén(ique)	= E	= Jaune vif.
	Secondaire=mésozoïque.	Crétacé(ique)	= C	= Vert.
		Jurassique	= J	= Bleu.
		Triasique	= T	= Rouge brique.
	Primaire = paléozoïque.	Carbonique	= H	= Gris.
		Dévonique	= D	= Brun.
		Silurique	= S	= Violet.
	Ère archéique....................		= A	= Rose.

pement et la nomenclature admis par le comité suisse pour ces deux ordres de subdivisions, en y ajoutant les monogrammes et les couleurs, qu'il propose d'affecter à chacun de ces terrains.

III. Règles de nomenclature paléontologique.

Ayant pris connaissance des règles de nomenclature paléontologique proposées dans le Rapport préliminaire de M. Douvillé, du 20 novembre 1880, le comité suisse souscrit volontiers à la plupart des 11 articles de ce projet.

Il fera toutefois deux réserves :

Art. 2 a. Lorsque le nom spécifique est emprunté à un nom d'homme, on lui donne la désinence du génitif (latin), en évitant de dénaturer le nom lui-même ; lorsqu'il est emprunté à un nom géographique, on lui donne la terminaison de l'adjectif.

Pourquoi exclure le génitif dans ce dernier cas ? Il existe beaucoup de noms d'espèces formés par le génitif d'un nom géographique (ex. *Gurgitis, Lausanni, Sabaudiæ*). Nous ne croyons pas qu'ils soient plus mauvais que d'autres. Le génitif est toujours préférable, parce qu'il est plus court.

Le comité suisse propose en conséquence au Congrès de rédiger l'article de manière à permettre l'emploi du génitif dans les deux cas.

Art. 8. Quand un genre est subdivisé, le nom ancien doit être maintenu à l'une des subdivisions.

Le comité suisse pense qu'il faut prévoir une exception à cette règle, pour le cas où l'ancien nom de genre deviendrait nom de famille. Dans ce cas, il semblerait plus

précis de ne pas le conserver pour l'une des subdivisions. Ainsi l'ancien genre *Graptolithus,* est devenu la famille des Graptolites ; il y a avantage pour la clarté à ce qu'aucune des nouvelles coupes génériques ne conserve le nom de *Graptolithus.* De même si l'on admet les nouveaux genres d'Ammonites, auquel conserverait-on le nom de *Ammonites* ? et ne serait-ce pas une cause de confusion ? On ne l'a conservé jusqu'ici qu'aux types encore indéterminés, et on a bien fait.

Le comité suisse propose donc au Congrès de Bologne de ne pas admettre cet article 8 sans y faire la réserve susmentionnée.

Lausanne, mai 1881.

Au nom du Comité suisse d'unification géologique,

Le Président : L. RENEVIER, prof.

SUR UNE

REPRODUCTION ARTIFICIELLE DE GAYLUSSITE

PAR

MM. **Alphonse FAVRE & Charles SORET**

La gaylussite, carbonate double de chaux et de soude hydraté répondant à la formule $NaOCO^2 + CaOCO^2 + 5HO$, a déjà été reproduite artificiellement par M. Fritzsche en mêlant ensemble 8 parties en volume d'une solution de carbonate de soude et une partie de chlorure de calcium. Ce minéral se produit aussi dans d'autres circonstances comme le montre l'observation que nous rapportons ici.

En 1854, M. Alphonse Favre désirant étudier l'influence possible des matières organiques sur la formation des substances minérales, avait mis un escargot avec sa coquille, et du bois, dans un bocal rempli d'une solution aqueuse de silicate de soude de commerce. Le bocal, fermé par une plaque de verre, est resté en repos jusqu'au mois d'avril dernier. En examinant son contenu, nous avons trouvé la coquille du mollusque presque complètement rongée, et le bois couvert d'une croûte blanche parfaitement amorphe, insoluble dans les acides, contenant de la silice, de la soude, de l'eau et de l'alumine; cette dernière substance provenait évidemment de l'impureté du silicate de soude employé. Cette croûte était re-

couverte d'une mince pellicule organique, nacrée, ne présentant aucun phénomène de polarisation qui pût être attribué à autre chose qu'à des tensions irrégulières dans son épaisseur. Enfin, entre la croûte et la pellicule organique se trouvaient de petits cristaux translucides ou transparents par places, en général assez isolés les uns des autres, mais pénétrés souvent par des filaments de la gangue. Ces cristaux, fort petits pour la plupart, nous ont présenté tous les caractères de la gaylussite. Dans le matras ils donnent beaucoup d'eau et perdent rapidement leur transparence. Peu attaquables par l'eau, ils s'altèrent et blanchissent cependant par un lavage un peu prolongé. Le résidu contient encore en abondance de la soude, qui paraît donc entrer dans la composition même des cristaux, et ne pas être seulement un reste du liquide dans lequel ils se sont développés. Ces cristaux, enfin, se dissolvent avec une vive effervescence dans l'acide chlorhydrique, avec un résidu d'une matière identique à la gangue, résidu d'autant plus insignifiant que le cristal employé est plus transparent et mieux isolé. La solution étendue donne le précipité de chaux par l'oxalate d'ammoniaque. Vu la petite quantité de matière à notre disposition, il n'y avait pas à songer à un dosage de ces divers éléments.

Un cristal assez imparfait, il est vrai, mais beaucoup plus gros que les autres, ayant environ 1 $^1/_2$ millimètre de longueur, a pu être mesuré complètement au goniomètre de Wollaston.

Prisme rhomboïdal oblique, présentant les faces

$$m = (110);\ g^1 = (010);\ b^1 = (\bar{1}12);\ e^1 = (011);\ \text{et}\ p = (001)$$

assez réfléchissantes, plus une troncature sur les arêtes h assez développée, mais très mate; les angles concordent suffisamment avec ceux de la gaylussite naturelle si l'on

remarque que le cristal en question présentait des écarts très considérables de parallélisme des faces opposées (1° environ pour les faces g^1).

ANGLES DES NORMALES

	Observé *(moyenne)*.	Gaylussite naturelle.
$m\ m$ (ant.)	109°50′	111°10′
$b^1\ b^1$ (adj.)	69°41′	69°30′
$b^1\ m$ (adj.)	52°25′	53°10′
$e^1\ e^1$ (sur p)	108°29′	109°30′
$e^1\ m$ (adj.)	42°35′	42°15′
$g^1\ b^1$	56°0′	55°30′
$e^1\ b^1$ (adj.)	29°28′	27°40′
$b^1\ p$ (adj.)	44°18′	43°20′
$e^1\ p$ (adj.)	54°0′	54°35′

Un cristal plus petit et mieux formé nous a donné $m\,m$ (ant.) = 111°21′.

Les caractères optiques sont ceux des cristaux appartenant au cinquième système, mais la disposition peu favorable des faces et le peu de transparence des cristaux rendent l'observation à travers g^1 difficile et incertaine.

Les 10 ou 12 cristaux passables que nous avons examinés sous le microscope sans pouvoir les mesurer, n'ayant pas sous la main de dispositif convenable, présentaient la même combinaison de faces, avec m très développé ainsi que e^1, b^1, et cette troncature matte dont nous n'avons pas pu fixer la position d'une manière certaine, mais qui paraît être h^1 (100), les faces p et g^1 étaient, au contraire, habituellement très petites. La gaylussite naturelle a en général les faces p et e^1 très développées aux dépens des autres. Nous ne croyons pas qu'on y ait observé encore la face h^1.

ÉTUDE

SUR LE

DÉVELOPPEMENT PALÉONTOLOGIQUE & EMBRYOLOGIQUE

Allocution prononcée à l'Association américaine pour l'avancement des sciences au Congrès de Boston, en août 1880

PAR

M. Alexandre AGASSIZ [1]

Depuis la publication des *Poissons fossiles*, par Agassiz, et celle de l'*Embryologie des Salmonidées*, par C. Vogt, l'analogie, établie dans le premier de ces ouvrages, entre certaines phases du développement des jeunes poissons et les représentants fossiles de genres éteints appartenant à la même classe d'animaux, a pu être également démontrée à peu près pour toutes les autres classes du règne animal. Le fait de ce parallélisme a été accepté, comme un axiome très utile, dans l'étude du développement paléontologique et embryogénique des êtres. Il a été invoqué, d'un côté, comme un argument solide pour démontrer l'existence d'un dessein arrêté dans le plan de la création. D'un autre côté, cette même théorie, après avoir

[1] Grâce aux bienveillantes communications de l'auteur un certain nombre de fautes d'impression, qui s'étaient glissées dans le texte anglais, se trouvent ici corrigées. (*Note du traducteur.*)

subi de légères modifications, joue son rôle comme un article de foi, récemment découvert, dans la nouvelle biologie.

En thèse générale, nous regardons comme certain qu'il existe un parallélisme remarquable entre le développement embryonnaire d'un groupe d'animaux, et son histoire paléontologique; toutefois, personne n'a encore essayé de le démontrer, ou plutôt de rechercher jusqu'où s'étendent ses limites. Jusqu'ici, nous nous sommes contentés d'établir une coïncidence générale, ou de citer quelques cas individuels particulièrement remarquables.

La ressemblance entre la chrysalide de quelques insectes et certains crustacés adultes, l'existence plus ancienne des derniers et l'apparition subséquente des insectes dans les époques géologiques, fournissent l'un des premiers exemples, et des plus naturels, de ce parallélisme; tandis que, théoriquement, le développement nécessaire des Insectes pourvus de trachées et d'un ordre supérieur, à partir de leurs ancêtres aquatiques et munis de branchies, semble former un chaînon additionnel et indiquer que les Vers, les représentants de l'état larvaire des insectes, constituent un état embryonnaire des Articulés encore plus anciens.

En réalité, il n'y a pas un seul groupe d'animaux dans lequel l'embryologie n'ait pas joué un rôle très important en démontrant des affinités à peine soupçonnées auparavant.

L'étude du développement de nos grenouilles, de nos salamandres, nous a donné la clef de nombreux problèmes de l'histoire des reptiles et des batraciens. Le peu qui a été fait dans l'embryologie des oiseaux a révolutionné nos idées sur une classe d'animaux qui, au commence-

ment du siècle, semblait être, entre toutes, circonscrite de la manière la plus naturelle. L'embryologie et la paléontologie combinées ont conduit à trouver une classification naturelle, unissant les Oiseaux et les Reptiles d'une part, les Batraciens et les Poissons de l'autre. C'est à l'embryologie que nous devons l'explication des affinités des poissons anciens dans lesquels Agassiz reconnut, le premier, des analogies avec l'embryon de certains poissons de l'époque actuelle, et, par son aide, nous pouvons espérer d'arriver à comprendre quelles sont les affinités des plus anciens représentants de cette classe. C'est l'embryologie qui nous a donné la seule explication satisfaisante de la première apparition des poissons cartilagineux, et c'est à elle aussi que nous devons de savoir que le premier membre des vertébrés est probablement dérivé du repli latéral embryonnaire, dont on peut encore retrouver des traces dans les jeunes des poissons osseux de l'époque actuelle.

C'est l'embryologie qui nous a aidé à comprendre les modifications que doivent graduellement subir des animaux aquatiques pour devenir capables d'exister sur la terre ferme. Elle nous a montré comment une vessie natatoire peut jouer le rôle de poumons rudimentaires dans des poissons pourvus de branchies, et c'est par elle aussi que nous savons qu'il y a des batraciens, dans lesquels un système de branchies peut persister, côte à côte, avec un véritable poumon. Nous trouvons, parmi les plus anciens animaux vertébrés terrestres, des types ayant des affinités manifestes avec les poissons d'un côté, et avec les batraciens de l'autre, et nous rangeons ces types parmi les reptiles. Néanmoins, nous ne devons point les classer ainsi sans faire des réserves, en demandant à l'em-

bryologie de nous fixer sur la véritable place de ces reptiles imparfaitement caractérisés, qui ont eu une existence intermédiaire entre une vie aquatique et une vie terrestre, et qui, par conséquent, conserveront toujours une importance extraordinaire dans l'étude du développement de la vie animale.

Si nous en venons maintenant à l'embryologie des animaux invertébrés marins, il me suffit de mentionner l'histoire du développement des Cirrhipèdes, qui est trop connue pour qu'il soit nécessaire de l'exposer : il me suffit aussi de faire allusion aux transformations bien connues des Échinodermes, des Acalèphes, des Polypes, de chacune des classes enfin des animaux invertébrés, et peut-être, en premier lieu, à celles des Brachiopodes, pour démontrer jusqu'à quel point l'embryologie peut nous venir en aide pour arriver à une explication correcte des rapports qui existent entre les fossiles contenus dans les formations géologiques successives. Aucune, peut-être, des monographies embryologiques qui se publient maintenant ne traitera des dernières phases du développement d'un être, sans parler de leur ressemblance avec quelque type du même groupe éteint depuis longtemps. On cherche maintenant, par des efforts continuels, à établir une filiation entre les genres appartenant à des formations successives ; il est très naturel d'essayer en même temps d'établir une correspondance entre leur filiation paléontologique et la succession des phases de leur développement embryonnaire, étendant ainsi la simple analogie observée primitivement entre différentes phases jusqu'à une généralisation beaucoup plus étendue.

Je serais entraîné trop loin si je voulais esquisser, sauf d'une manière tout à fait générale, même en me bornant

à une classe unique d'animaux, les rapports que l'on sait exister dans certains groupes, entre leur développement embryonnaire et leur histoire paléontologique. Quelle que soit la période que nous considérions dans la succession de la vie animale, nous trouverons toujours l'indication de ces rapports, mais ils s'exprimeront de la manière la plus claire, si nous comparons la faune d'une période, envisagée comme un tout, avec celle des époques subséquentes, si nous comparons, par exemple, un système zoologique de la formation jurassique avec un autre de la formation crétacée, et, de même, un autre de la formation tertiaire, avec la faune de l'époque actuelle. Dans aucun cas nous ne pourrions trouver une classe d'animaux qui comporte les mêmes définitions ou qui soit caractérisée de la même manière. Mais si, dans cette comparaison, nous appliquons les données obtenues par l'étude du développement embryologique de la faune actuelle, quels flots de lumière ne viennent pas se répandre sur la signification de la succession de ces faunes, sans lien apparent les unes avec les autres, et appartenant à des périodes géologiques différentes, surtout si nous y rattachons l'étude de quelques types anciens qui ont survécu jusqu'à l'époque actuelle depuis les temps les plus reculés de l'histoire de notre terre.

A peine est-il une classe d'animaux dans laquelle les parallélismes les plus intéressants ne puissent être tracés, et des matériaux ont été réunis pour les étudier dans les Poissons, les Mollusques, les Crustacés, les Coraux et les Crinoïdes. Cependant j'ai été conduit à choisir, aujourd'hui, pour l'exposition et l'examen critique de ce parallélisme, un groupe d'animaux très limité, celui des Échinides. J'ai pris ce parti à cause de la nature des matériaux ac-

cumulés et aussi à cause de la connaissance que j'ai acquise du développement de ces animaux et des espèces vivantes et fossiles actuellement connues, appartenant à cet ordre. Le nombre des espèces vivantes n'atteint pas 300, celui des espèces fossiles n'excède pas 3000, d'après Zittel. Un spécialiste peut donc arriver à les connaître directement à peu près toutes. J'ai eu la bonne fortune de pouvoir étudier, à très peu d'exceptions près, toutes les espèces vivantes, et les collections qui m'ont été ouvertes renferment des représentants de la majorité des espèces fossiles. On trouve des oursins dans les plus anciennes roches fossilifères, et leur existence peut être constatée dans toutes les couches, sans interruption, jusqu'à l'époque actuelle. Nos connaissances sur les Échinides des époques qui précèdent la période jurassique ne sont pas encore tout à fait satisfaisantes, mais cependant elles sont suffisamment complètes pour le but que je me propose ici, et pour qu'il me soit possible, en partant de la période jurassique, d'appeler l'attention sur l'histoire paléontologique des Échinides, et de comparer la succession des espèces avec le développement embryologique des types vivant dans les mers actuelles. Heureusement, j'ai sous la main des matériaux considérables qui me serviront à établir cette comparaison ; ces matériaux sont d'une nature particulière et difficiles à obtenir ; jusqu'ici ils n'ont pas beaucoup attiré l'attention des zoologistes.

En général, dans les différentes classes du règne animal, l'étude des premières phases du développement embryonnaire est très intéressante et fort importante pour l'histoire de la première apparition de chaque organe, et de ses modifications subséquentes ; toutefois, dans le cas présent, elle ne saurait nous fournir que peu de lumières.

Ce que nous avons besoin de connaître, pour nos comparaisons, ce sont les différentes phases de développement par lesquelles passent les jeunes Échinides de chaque famille, depuis le moment auquel il est possible de reconnaître que c'est bien un oursin que l'on a sous les yeux, jusqu'à celui où ils présentent l'ensemble de leurs caractères spécifiques. Un petit nombre seulement d'embryologistes ont porté leur attention sur le champ très étendu des modifications que subit l'embryon, depuis le moment où l'on commence à pouvoir reconnaître à quelle classe il appartient, et où les connaissances du spécialiste deviennent alors absolument nécessaires pour poursuivre la direction de ces modifications et pour comprendre toute leur portée. Heureusement, le développement des jeunes oursins est maintenant connu dans un nombre de familles suffisant pour me permettre d'établir un parallélisme entre ces différentes phases, et la série paléontologique. Je pourrai même le concevoir d'une manière très différente de ce qu'il est possible de faire dans les autres groupes du règne animal où nous sommes débordés par le nombre des espèces, comme dans les Insectes ou les Mollusques, ou bien où nous nous trouvons en présence de documents embryologiques ou paléontologiques insuffisants, ou même tout à fait nuls.

Nous commencerons l'histoire paléontologique des Échinides réguliers, à l'époque du Trias, où ils constituent un groupe peu important, comparativement aux Crinoïdes, et où ils sont représentés par deux familles seulement. L'une d'entre elles, la famille des *Cidaridées*, comprend, entre autres, le genre *Cidaris* qui, depuis lors, a continué à exister, avec de légères modifications, jusqu'à l'époque actuelle; un dixième environ des Échi-

nides fossiles connus appartiennent à ce genre important qui, dans les mers tropicales, est encore l'un de ceux qui prédominent. Il est intéressant de remarquer ici que, dans les *Cidaridées*, les modifications du test ne sont point accentuées, et que les genres fossiles, qui apparaissent dans les formations successives, ne sont pas basés sur des caractères assez tranchés pour prévenir toute hésitation au sujet du classement de telle ou telle espèce. Dans le genre *Rhabdocidaris*, qui apparaît dans le jurassique inférieur, et qui est principalement caractérisé par le développement extraordinaire de ses radioles, nous constatons les limites extrêmes des variations de ces mêmes radioles, dans les espèces de la famille. Depuis cette époque jusqu'au moment actuel, nous rencontrons les différences les plus sensibles dans la forme des radioles, non seulement dans des espèces appartenant à des genres voisins, mais même dans des individus appartenant à une même espèce, et ces différences sont aussi considérables dans certaines espèces actuelles que dans d'autres qui ont vécu dans les époques géologiques. Les plus anciennes espèces de la famille des *Cidaridées* sont remarquables par l'étroitesse de leurs zones porifères. Ce n'est qu'à l'époque jurassique qu'elles s'élargissent un peu; ensuite un sillon vient relier les pores de chaque paire, dans certaines espèces, et, plus tard seulement, commencent à apparaître les premières traces d'une ornementation du test (*G. Temnocidaris*) qui se montre si marquée dans le genre *Goniocidaris* des mers actuelles. Ainsi donc, en ce qui concerne la famille des *Cidaridées*, les modifications qui se sont produites, depuis sa première apparition, se bornent à de légers changements dans les zones porifères, et dans l'ornemen-

tation du test, accompagnés d'une grande variabilité dans la forme des radioles primaires. Nous devons excepter de cette généralisation les genres *Diplocidaris* et *Tetracidaris,* auxquels nous reviendrons. Les derniers représentants de l'autre famille des Échinides triasiques s'éteignent dans les premières couches tertiaires. Le genre *Hemicidaris,* qui est le plus ancien, représente certainement les premières déviations du type des *Cidaris,* par des modifications qui affectent, non seulement les zones porifères, mais aussi le test lui-même, l'appareil apical et l'appareil buccal ; nous pouvons, dans l'extension de ces changements d'un ordre secondaire, suivre la trace du développement graduel de quelques-uns des traits caractéristiques, dans certaines familles des Échinides réguliers qui vivent dans les mers actuelles. Un *Hemicidaris* peut être envisagé comme un *Cidaris* dans lequel les zones porifères sont étroites et onduleuses, et dans lequel les granules des zones ambulacraires, qui les séparent, se sont fort développés à leur sommet et se sont changés en petits tubercules à leur base ; en même temps les granules des zones interambulacraires se sont en partie transformés en petits tubercules secondaires, les plaques de l'appareil buccal sont beaucoup moins nombreuses, l'appareil apical est devenu un anneau étroit et, enfin, les radioles primaires ne présentent plus leurs formes bizarres si communes parmi les Cidaridées.

Nous pouvons suivre, dans ce genre, l'origine des modifications des zones porifères. Cette recherche nous conduit, d'un côté, en passant par des genres dont les zones porifères sont simplement onduleuses, à d'autres dont les pores forment des arcs plus ou moins confluents qui entourent les tubercules ambulacraires, et, d'un autre côté,

elle nous amène à des genres dont les pores sont disposés en arcs bien définis de 3 paires de pores ou plus. Le premier de ces types est représenté à l'époque actuelle par les *Arbaciadées*; le second par les *Diadématidées*, les *Tripléchinidées* et les *Échinométradées*. Cette spécialisation date de bien loin, puisque déjà dans le jurassique inférieur apparaît le genre *Stomechinus* qui a des pores disposés en arcs comme les *Tripléchinidées* de nos jours.

Dans les *Hemicidaris* le nombre des plaques coronales est en augmentation relativement aux *Cidaris;* cependant nous observons que, dans plusieurs genres, même parmi ceux de l'époque actuelle, le nombre des plaques coronales reste toujours relativement faible. En thèse générale, toutefois, les formations plus modernes contiennent des genres dans lesquels l'accroissement du nombre des plaques coronales est accompagné d'une décroissance dans celui des plaques des aires ambulacraires dont la multiplicité était si caractéristique, jusqu'ici, des *Cidaridées* et des *Hemicidaridées;* cette modification affecte également la taille des tubercules ambulacraires principaux. En même temps que le nombre des plaques coronales augmente, on voit aussi se développer les tubercules secondaires ainsi que les granules miliaires et disparaître la granulation uniforme caractéristique des *Cidaridées*. Lors même que le nombre de leurs plaques coronales est augmenté, les *Pseudodiadématidées* conservent les tubercules principaux proéminents qui rappellent les familles plus anciennes des *Cidaridées* et des *Hémicidaridées*, et, comme dans certains *Cidaridés*, leur test est orné fréquemment de profondes impressions ou de côtes formées par la soudure de tubercules confluents. L'anneau que forme l'appareil apical devient plus étroit, et la tendance que mon-

tre l'une des plaques, la plaque madréporiforme, à se spécialiser, est de plus en plus marquée.

Par l'apparition des *Stomechinus*, les *Échinidées* proprement dites se montrent déjà, à l'époque jurassique, avec des pores disposés en arcs définis, un grand nombre de plaques coronales et des tubercules secondaires bien caractérisés. Avec l'apparition des *Sphærechinus*, au commencement de l'époque tertiaire, se manifestent des tendances vers une augmentation du nombre des paires de pores dans les arcs des zones porifères, tandis qu'avec les *Heterocentrotus*, à radioles primaires gigantesques et à tubercules principaux beaucoup plus rares, réapparaissent des caractères qui avaient complètement disparu dans le groupe qui précède les *Échinométradées*, famille dont ce genre paraît particulièrement se rapprocher.

Si nous retournons de nouveau aux *Hémicidaridées*, nous verrons qu'il suffit de modifications légères pour passer de cette famille aux *Acrosalenia* et aux *Salénies*, proprement dites. Ce dernier genre s'est continué jusqu'à nos jours, ayant conservé presque sans changements les caractères des genres qui l'ont précédé, combinés cependant avec quelques traits caractéristiques des *Cidaridées* et des *Échinidées* qui datent de l'époque triasique. Nous pouvons ainsi suivre la trace des modifications qui ont eu lieu dans la structure des zones porifères de l'appareil apical et de l'appareil buccal, dans les plaques coronales, dans les tubercules ambulacraires et interambulacraires, aussi bien que dans les radioles; nous pouvons aussi indiquer, de la manière la plus directe, l'origine des combinaisons particulières de traits caractéristiques de structure que nous rencontrons à chaque horizon géologique. Si nous envisageons successivement les modifications

éprouvées par les différentes parties du test, nous pourrons poursuivre isolément chacune d'entre elles, en évitant les complications infinies de combinaisons qu'impliquerait toute tentative de poursuivre à la fois toutes les modifications de chaque genre spécial.

Laissant de côté, pour le moment, les *Palæchinidées*, nous n'éprouverons pas de difficultés à tracer l'histoire des genres d'oursins réguliers qui ont existé depuis l'époque du Trias et qui vivent encore aujourd'hui, pourvu que nous envisagions chaque caractère isolément.

Rien ne peut être plus direct que les modifications graduelles des zones porifères. Nous les voyons d'abord simples, à peine onduleuses, séparées par de nombreuses plaques ambulacraires couvertes de granules, comme dans les *Cidaridées* du Trias ; elles deviennent onduleuses comme dans les *Hemicidaridées*, puis elles forment des arcs de pores indistincts, comme dans les *Pseudodiadématidées*, ensuite des arcs définis comme dans les *Triplechinidées*, et, finalement, des arcs composés de paires de pores très nombreuses comme dans les *Échinométradées*. Qu'y a-t-il encore de plus direct que les phases du développement des tubercules ambulacraires principaux, tels que ceux qui caractérisent les *Échinidées* de l'époque actuelle, depuis leur point de départ à l'extrémité orale des ambulacres des *Hémicidaridées ;* ou bien encore que l'accroissement du nombre des tubercules interambulacraires principaux, en corrélation avec le développement de tubercules secondaires et de granules miliaires, que nous pouvons suivre dans les *Hemicidaris*, les *Acrosalenia* et les *Stomechinus*, et qui coïncide avec une diminution dans la taille des radioles et avec une uniformité bien plus grande dans leur forme et leurs dimensions ?

Mais, pendant que ces modifications se produisent, les traits caractéristiques de la structure originelle restent invariables dans un groupe voisin. Ainsi les *Cidaridées* conservent, sans variations, depuis les temps les plus anciens jusqu'à nos jours, leurs caractères primitifs, tels que des tubercules interambulacraires peu nombreux, de simples granules ambulacraires, des zones porifères simples, une membrane buccale couverte de plaques imbriquées, un petit nombre de plaques coronales, un grand appareil apical et des radioles de formes diverses. Dans les *Salénidées*, par contre, les tubercules interambulacraires principaux, les granules ambulacraires, les radioles, l'appareil génital, sont des traits caractéristiques des *Cidaridées*, mais ils se trouvent associés avec l'appareil buccal et l'appareil anal des *Échinidées* et les petits tubercules ambulacraires des *Hémicidaridées*. Dans les *Diadématidées*, les grands tubercules interambulacraires primaires sont un trait caractéristique des *Cidaridées*, tandis que la structure des tubercules ambulacraires est celle des *Hémicidaridées;* l'existence de deux sortes de radioles est encore un autre trait des *Cidaridées*, tandis que l'appareil apical et l'appareil buccal ont été modifiés dans le même sens que celui des *Échinidées*.

Plus le genre est récent, plus grande est la difficulté de découvrir, d'une manière directe, l'origine d'un trait caractéristique de structure quelconque, à cause de la difficulté de désassocier des éléments de structure qui caractérisent des genres pouvant être dérivés de sources totalement différentes. Tel est, en particulier, le cas pour les genres datant d'une époque géologique reculée. Plusieurs d'entre eux, spécialement parmi les *Spatangoïdes*, montrent des affinités avec des genres qui les suivent

dans le temps. Ces affinités ne peuvent être expliquées, à l'heure qu'il est, que si l'on suppose que lorsqu'un trait caractéristique de structure s'est une fois manifesté, il peut réapparaître plus tard, en prenant l'apparence d'une nouvelle création ; en réalité toutefois ce n'est que sa combinaison particulière avec d'autres caractères qui ne lui avaient pas été associés auparavant (un genre nouveau), qui masque, dans ce cas, le fait de son existence antérieure. Un examen attentif, non seulement des genres du même ordre, mais parfois aussi des genres d'un autre ordre qui ont précédé cette même combinaison dans le temps, peut souvent révéler des éléments qui ont donné naissance à des modifications en apparence inexplicables. Du reste, il n'y a pas un seul de ces traits caractéristiques de structure simple des quelques types d'oursins du Trias ou du Lias (à partir desquels nous pouvons si aisément suivre l'origine des caractères de tous les genres d'Échinides qui ont suivi), lequel ne se soit pas continué lui-même, jusqu'au moment présent, dans quelque type générique de l'époque actuelle, en restant aussi clairement caractérisé qu'il l'était au commencement. En fait, l'existence certaine, à l'époque actuelle, de ces anciens traits caractéristiques de structure, paraît être une preuve aussi positive de l'affinité systématique non interrompue qui existe entre les oursins de nos mers et ceux du Lias, que l'existence non interrompue du genre *Pygaster*, ou bien du genre *Cidaris*, depuis le Lias jusqu'à aujourd'hui, ou que la connexion de plusieurs des genres de l'époque crétacée avec ceux de notre époque (*Salenia, Cyphosoma, Psammechinus*, etc.).

Si nous passons aux *Clypéastroïdées*, nous verrons qu'il en est de même que dans les *Desmosticha*, et que le type

le plus ancien, le genre *Pygaster*[1], a existé depuis le Lias jusqu'à l'époque actuelle; et nous verrons aussi que si, d'un côté, nous pouvons reconstruire sans peine, d'après des données embryologiques, les modifications que les plus anciens *Desmosticha* ont dû subir pour prendre les traits caractéristiques de structure des *Pygaster*, toutefois, les anciennes périodes, dans lesquelles ont vécu les précurseurs des *Échinoconidées* et des *Clypéastroïdées*, n'ont point encore fourni les genres qui présentent actuellement ces modifications. En revanche, si nous partons des *Pygaster*, nous passons naturellement, d'un côté, aux *Holectypus*, aux *Discoïdea*, aux *Conoclypeus*, et, de l'autre, nous passons des *Holectypus* aux *Echinocyamus*, aux *Sismondia*, aux *Fibularia* et aux *Mortonia;* nous avons ainsi la succession naturelle des caractères des *Échinanthidées*, des *Laganidées*, des *Scutellidées*, dont le plus grand nombre sont caractéristiques de l'époque actuelle. Si nous voulions prendre, tour à tour, les modifications qui ont eu lieu dans l'arrangement des plaques du test, en passant des *Pygaster* aux *Holectypus*, aux *Echinocyamus* et aux *Échinanthidées*, nous aurions, dans les genres qui se suivent l'un l'autre dans les séries paléontologiques, une série non interrompue, montrant exactement ce qu'ont été ces modifications. De la même manière, les modifications de l'appareil apical et du périprocte, ainsi que celles des zones porifères, peuvent être suivies, avec autant de facilité, des *Pygaster* aux *Echinocyamus* et de là aux *Clypéastroïdées*, tandis qu'une succession semblable des modifications de ces mêmes carac-

[1] M. Loven dit qu'une espèce de Pygaster a été draguée aux Antilles en même temps que le Salenia Goesiana, etc.

tères peut s'observer depuis les *Mortonia* jusqu'aux *Scutellidées* de l'époque actuelle.

Arrivant enfin aux *Petalosticha*, nous n'éprouvons pas de difficultés à poursuivre, en théorie, les modifications que les anciens *Échinoconidés* du Lias ont dû subir d'abord avant d'acquérir les caractères des *Galeropygus*. La ressemblance des anciens types des *Cassidulidées* et des *Echinonéidées* conduit à une affinité systématique identique, et même peut-être à une relation directe ,et pas très éloignée, avec les *Paléoéchinidées*. Si nous analysons les *Échinothuridées* de l'époque actuelle, nous trouvons dans certains genres, les *Phormosoma*, par exemple, plusieurs traits caractéristiques de structure, tels que la forme du test, les caractères des radioles, la structure de l'appareil apical, celle des zones porifères, qui indiquent des modifications possibles du côté des *Pygaster* ou des *Galeropygus* qui, jusqu'à présent, n'avaient pas été prises en considération.

Nous nous servirons, pour les *Petalosticha*, de la même méthode que nous avons déjà employée, et nous tracerons les modifications de chaque caractère, pris isolément, pendant la succession paléontologique. Indiquons d'abord que les *Échinonéidées* des mers actuelles sont dérivées, sans modifications importantes, des *Pyrina* du jurassique inférieur. Celles-ci, à leur tour, ont été précédées par les *Hyboclypus* et les *Galeropygus*, tandis que les *Échinolampadées* actuelles remontent, sans modifications bien importantes, aux *Echinobrissus* du jurassique inférieur; ils n'ont subi que de faibles modifications génériques depuis cette époque, car les *Echinobrissus* existent encore, et, de même, des genres très voisins, les *Catopygus* et les *Cassidulus* de l'époque crétacée, sont encore repré-

sentés à l'époque actuelle. Les modifications qui ont eu lieu dans l'appareil péristomal et dans les zones ambulacraires des *Échinoconidées* et des *Échinolampadées* indiquent l'affinité systématique la plus étroite entre les deux familles[1]. Revenant de nouveau aux *Hyboclypus*, on passe facilement, à partir de ce genre, dont l'appareil apical est allongé, aux *Collyrites* et aux formes étranges des *Dysastéridées*, étroitement alliées à leur tour aux *Holastéridées*. Si, maintenant, nous partons des *Holaster* d'un côté et des *Toxaster* de l'autre, nous pouvons établir deux séries de caractères non interrompues, dont l'une relie les genres successifs des *Holastéridées*, tels que les *Cardiaster*, les *Offaster*, les *Stenonia*, les *Ananchytes* et les *Asterostoma*, avec les *Paleopneustes*, les *Homolampas* et les *Pourtalesia* de l'époque actuelle; par l'autre série on passe, naturellement, des genres des *Toxastéridées* aux *Hemiaster* de l'époque crétacée. Dans ce dernier genre, et dans les *Micraster*, plus récents, on trouve tous les éléments nécessaires pour expliquer les modifications survenues dans les *Spatangidées*, depuis l'époque de la craie jusqu'au moment présent. Ces modifications se traduisent par des genres dans lesquels nous pouvons poursuivre le développement des fascioles, du plastron, du rostre, la formation des ambulacres pétaloïdes, d'abord à fleur du test, puis devenant peu à peu des poches marsupiales, le développement du sillon ambulacraire, et les modifications multiples du système ambulacraire dans les *Spatangus*, les *Agassizia*, les *Echinocardium*, rappelant souvent, dans quelques-uns de leurs traits caractéristiques, les caractères de certaines familles qui les ont précédés dans le temps.

[1] La présence dans les Échinoconidées d'un appareil masticatoire, qui manque dans les Échinolampadées, semble constituer cependant une différence considérable. *Note du Trad.*

Les Échinides paléozoïques contrastent, en apparence, d'une manière frappante, avec les Échinides de l'époque secondaire et avec ceux qui leur ont succédé. Toutefois, lorsque nous aurons examiné l'embryologie des Échinides, nous seront mieux préparés, soit pour comprendre leur propre structure, soit aussi pour nous expliquer les affinités des Paléoéchinidées avec les oursins de l'époque actuelle et ceux qui les ont immédiatement précédés.

Commençons donc maintenant cet examen embryologique du développement de chacune des familles qui formeront la base de nos comparaisons, et, en première ligne, celui des Cidaridées. Dans cette famille, les premières phases du développement présentent très promptement les caractères des adultes. Les modifications sont limitées au développement de l'appareil apical, à l'accroissement du nombre des plaques coronales, et aux variations des radioles primaires qui sont relativement gigantesques.

Dans les *Diadématidées*, les modifications successives des jeunes sont limitées à la transformation graduelle des radioles embryonnaires qui deviennent peu à peu ceux de la famille, à celles des séries de pores verticales qui se changent en arcs de trois ou quatre paires, et, enfin, à la spécialisation de l'appareil péristomal et de l'appareil apical.

Dans les *Arbaciadées*, les jeunes sont remarquables par la sculpture proéminente de leur test, leurs radioles aplatis, leur zones porifères simples, leur appareil apical et leur anneau génital ; les plaques anales apparaissent avant ce dernier.

Dans les *Échinométradées*, les jeunes, observés jusqu'ici, sont caractérisés par le petit nombre de leurs tubercules

primaires, la grande taille de leurs radioles, leurs pores formant de simples séries verticales, leur périprocte fermé par une seule plaque et la forme de leur test en turban. Peu à peu, avec l'âge, le test perd son caractère cidaridiforme ; il nous rappelle plutôt, par l'augmentation du nombre des plaques, les *Hemicidaris ;* plus tard, il ressemble aux *Pseudodiadématidées* et enfin, aux *Échinométradées* proprement dites. Les radioles, suivant « *pari passu* » les modifications du test, perdent peu à peu leur apparence embryonnaire fantastique ou plutôt cidaridiforme, et deviennent plus courts et plus solides, jusqu'à ce qu'ils prennent enfin la structure délicatement striée des radioles des *Echinometra*. Les séries de pores simples et verticales deviennent d'abord des séries verticales d'arcs non interrompus, puis les arcs, avec l'âge, deviennent les arcs définis et bien limités des *Échinométradées* composés de trois paires de pores et plus.

Dans les *Échinidées*, nous trouvons, dans les jeunes, les mêmes lignes de pores verticales et non interrompues qui, graduellement, prennent les caractères des différents genres. Là, comme dans les *Échinométradées*, nous trouvons le périprocte fermé par une plaque unique, et, dans un âge plus avancé, l'appareil apical se sépare des plaques coronales du test. Ce dernier est encore composé d'un nombre relativement faible de plaques, portant des tubercules primaires grands, mais en petit nombre, avec des radioles de forme fantastique tout à fait hors de proportion avec le test. Peu à peu, ces radioles, à mesure que le jeune oursin se développe, que le nombre des plaques coronales s'accroît, que les tubercules principaux deviennent plus nombreux, en diminuant en même temps de taille, prennent de plus en plus la structure des

radioles des adultes. La plaque anale primitive unique a peu à peu disparu, par suite de l'accroissement du nombre des plaques qui couvrent le périprocte, et ce n'est que dans les *Temnopleuridées* que cette plaque anale reste plus ou moins proéminente dans les adultes. Dans les *Salénidées*, dont le développement nous est encore inconnu, cette plaque embryonnaire devient, en revanche, permanente, et forme l'un des traits caractéristiques de leur appareil apical[1].

Les changements de forme que subissent les *Clypéastroïdées*, pendant leur croissance, sont très instructifs. Dans les jeunes *Fibularinées*, nous avons un test ovoïde, un petit nombre de plaques coronales munies de tubercules volumineux, mais peu nombreux, portant des radioles également de grande taille, des zones porifères droites et simples, des ambulacres non pétaloïdes ; de fait, presque aucun des traits caractéristiques que nous sommes accoutumés à attribuer aux *Clypéastroïdées* n'est encore accusé d'une manière prononcée. Rapidement, à mesure que la taille s'accroît, on voit s'augmenter le nombre des tubercules, les radioles perdent leur taille disproportionnée, les pores de la face supérieure se serrent et s'allongent, formant des pétales rudimentaires. Ensuite le test se déprime, le nombre des plaques coronales s'accroît, et il serait impossible de reconnaître, dans le jeune *Echinocyamus*, par exemple, l'adulte des phases cidaridiformes ou échinométriformes de l'our-

[1] L'analyse précédente des phases embryonnaires des *Desmosticha*, a été basée sur l'étude des jeunes des genres suivants : *Cidaris*, *Dorocidaris*, *Goniocidaris*, *Arbacia*, *Porocidaris*, *Strongilocentrotus*, *Echinometra*, *Echinus*, *Toxopneustes*, *Hipponœ*, *Temnopleurus*, *Temnechinus* et *Trigonocidaris*.

sin, si nous ne les avions suivies pas à pas. Il n'est pas moins intéressant de suivre les migrations du périprocte dont on peut dire, jusqu'à un certain point, qu'il conserve les traits caractéristiques embryonnaires des premières phases de tous les embryons d'Échinodermes, en se trouvant placé à une proximité plus ou moins étroite du péristome. Ce que nous avons pu dire, relativement au développement du jeune *Echinocyamus*, peut se répéter pour toutes les familles des *Clypéastroïdées*. Un jeune individu appartenant aux genres *Echinarachnius*, *Mellita*, *Encope* ou *Clypeaster*, ressemble d'abord bien plus à un *Echinometra* qu'à un *Clypéastroïde ;* tous ont des zones porifères simples, des radioles et des tubercules hors de toute proportion avec les dimensions du test [1].

Venons-en maintenant au développement des *Casidulidées*, nous verrons que leurs jeunes diffèrent aussi, considérablement, des adultes. Les jeunes des *Nucléolidées*, par exemple, n'ont point encore de pétales, mais de simples zones porifères rectilignes. Ils sont elliptiques, avec un test élevé, un gros tubercule primaire unique sur chaque plaque, et un péristome simple, elliptique, sans aucune trace des bourrelets et des phyllodes si caractéristiques de cette famille. Très promptement cependant, cet état se modifie, le test se déprime, les ambulacres commencent à devenir pétaloïdes, et, bientôt, se montrent les rudiments des bourrelets péristomaux caractéristiques, tandis qu'en même temps, le nombre des tubercules

[1] Parmi les Clypéastroïdées, j'ai examiné les jeunes des genres *Echinocyamus*, *Fibularia*, *Mellita*, *Laganum*, *Echinarachnius*, *Encope*, *Clypeaster* et *Echinanthus*.

augmente rapidement, ainsi que celui des plaques coronales.

Parmi les *Spatangidées*, quelques espèces sont remarquables, à l'état adulte, par leur péristome labié, le grand développement de leurs pétales, la présence de fascioles entourant certaines areas définies, les faibles dimensions de leurs tubercules, l'uniformité de leurs radioles, la spécialisation de la région antérieure et de la région postérieure. Aucun de ces traits caractéristiques n'est encore développé dans les jeunes de ces espèces. Le péristome est simple, les zones porifères ont, d'un bout à l'autre, la même structure, les tubercules principaux sont grands, peu nombreux, les radioles ressemblent davantage à ceux des *Cidaridées* qu'à ceux des *Spatangoïdes*. Tantôt les fascioles sont très indistinctement indiqués, tantôt leur trace n'est pas même encore marquée; les tubes ambulacraires de la région antérieure sont aussi volumineux et aussi proéminents que ceux des jeunes d'un quelconque des oursins réguliers. Ce n'est que petit à petit, à mesure que le jeune avance en âge, que se montrent les apparences spéciales d'une région antérieure et d'une région postérieure, et que les fascioles font leur apparition; plus tard les radioles perdent leur aspect cidaridiforme, les pétales commencent à se former, le péristome prend une lèvre saillante. Dans le genre *Hemiaster*, les jeunes sont particulièrement intéressants en ce que, longtemps avant l'apparition des pétales, tandis que les zones porifères sont encore simples, la séparation totale du bivium et du trivium dans le système ambulacraire, si caractéristique dans les anciens *Spatangoïdes (Dysasteridées)*, est déjà très apparente [1].

[1] Cette esquisse de l'embryologie des *Petalosticha* est basée

Cette rapide esquisse des phases du développement des principales familles des oursins vivants nous permet d'indiquer, maintenant, les transformations d'un caractère plus général par lesquelles passent tous les groupes envisagés dans leur ensemble.

En première ligne, à l'état de Pluteus, tous les jeunes oursins sont remarquables par le petit nombre de leurs plaques coronales, et l'absence de toute séparation entre l'appareil apical, l'appareil péristomal et le test proprement dit. De même, tous se ressemblent par les dimensions considérables de leurs radioles primaires, tant les jeunes des *Cidaris* que ceux des *Arbacia*, des *Echinus*, des *Clypéaster* ou des *Spatangoïdes*. Tous, dans leurs premières phases, ont des zones porifères simples et verticales. Plus tard, nous trouvons, comme modifications caractéristiques de quelques-uns des *Desmosticha*, la séparation du péristome d'avec les plaques coronales, l'apparition du périprocte, l'accroissement rapide du nombre des plaques coronales, corrélatif d'une augmentation du nombre des radioles, et, en même temps, d'une décroissance dans leurs dimensions, la formation d'un anneau apical et la transformation des zones porifères simples et rectilignes en séries d'arcs de pores définis.

Dans les *Spatangoïdes* et les *Clypéastroïdes*, on peut indiquer, comme traits communs aux deux groupes, le transport du périprocte à sa place définie, la transformation graduelle de la région supérieure des zones porifères simples en ambulacraires pétaloïdes, ainsi que les modifications de la forme du test, depuis la forme ovoïde-

sur l'étude des jeunes des genres *Echinolampas*, *Echinoneus*, *Echinocardium*, *Brissopsis*, *Agassizia*, *Spatangus*, *Brissus* et *Hemiaster*.

elliptique primitive, jusqu'à celle qui devient caractéristique de chaque genre, modifications qui vont de pair avec un accroissement rapide du nombre des tubercules et des radioles. Enfin, dans les *Spatangoïdées* seulement, nous constatons les modifications subies par le péristome pour devenir labié, la spécialisation graduelle, dans le test, d'une région antérieure et d'une région postérieure, et l'apparition définitive des fascioles.

Si nous comparons ensuite ce développement embryonnaire avec le développement paléontologique, nous trouvons entre eux une coïncidence remarquable et, en thèse générale, on voit se dessiner un certain parallélisme entre l'apparition des genres fossiles et les phases successives du développement des oursins, telles que nous les avons indiquées.

Les Échinides réguliers les plus anciens ont tous, plus ou moins, un aspect cidaridiforme, c'est-à-dire que ce sont des oursins avec des plaques coronales peu nombreuses et de gros tubercules principaux portant des radioles d'une taille correspondante.

Un peu plus tard seulement les *Diadémopsidées* font leur apparition et, à leur tour, correspondent, dans de certaines limites, aux phases du développement des jeunes des *Diadématidées* et des *Arbaciadées*. La séparation de l'appareil péristomal d'avec les plaques coronales s'est effectuée. Les zones porifères, ou bien deviennent onduleuses, ou bien forment des arcs ouverts, un peu indéfinis, et, enfin, dans tous les genres de ce groupe, nous trouvons un plus grand nombre de plaques coronales et des tubercules principaux plus nombreux, nous voyons les granules des Cidaridées remplacés par des tubercules secondaires et des granules miliaires et nous recon-

naissons les traces d'une phase hémicidaridiforme dans les dimensions des tubercules ambulacraires de la face inférieure.

En comparant, de la même manière, le développement paléontologique de la famille des Échinidées, nous trouvons que, en somme, il concorde bien avec les phases de développement que nous pouvons suivre dans les jeunes des espèces qui la représentent actuellement, et que, à mesure que nous approchons de l'époque actuelle, les genres fossiles prennent, de plus en plus, les traits caractéristiques que nous trouvons finalement développés dans les Échinidées de nos mers. De la même manière que se développe un jeune *Echinus*, les genres fossiles perdent d'abord, petit à petit, leurs affinités avec les *Cidaris*, qui deviennent de plus en plus insensibles, et ensuite leurs affinités avec les *Diadématidées*, si je puis appeler ainsi la phase dont ils se rapprochent le plus; enfin, avec l'accroissement du nombre des plaques coronales, le grand développement numérique des tubercules principaux et des radioles, ainsi que celui des tubercules secondaires et des granules miliaires, que nous pouvons suivre dans les Échinidées de l'époque tertiaire, nous passons insensiblement aux types génériques qui caractérisent l'époque actuelle.

Nous ne savons rien de l'embryologie des *Salénidées*, mais il est certain que, comme les *Cidaridées*, elles sont restées, dans une grande mesure, un type persistant. Les modifications de ce groupe se produisent toutes dans la même direction que celles qui ont été indiquées par les autres *Desmosticha*, c'est-à-dire un plus grand nombre de plaques coronales, et un développement de tubercules secondaires et de granules miliaires combiné avec une

structure spéciale de l'appareil péristomal qui ne se retrouve pas dans les *Cidaridées*.

La série des *Échinoconidées* ne nous montre que des modifications légères, depuis les types les plus anciens; elles sont semblables à celles des *Clypéastroïdes* et des *Petalosticha*, mais n'affectent pas, toutefois, les zones porifères, étant limitées principalement à des variations du péristome et des tubercules. En somme, le groupe des *Échinoconidées* paraît placé, vis-à-vis des *Clypéastroïdes*, dans une relation tout à fait semblable à celle des *Salénidées* vis-à-vis des *Cidaridées;* le genre le plus ancien *(Pygaster)* est demeuré, comme le genre *Cidaris*, un type qui a persisté jusqu'à l'époque actuelle.

Les plus anciens *Clypéastroïdes* sont tous des types qui ressemblent aux *Echinocyamus* et aux *Fibularia;* ils passent par des modifications semblables à celles qui affectent un *Echinarachnius* ou un *Mellita*, par exemple, pour passer de leur phase d'*Echinocyamus* à celle du *Laganum* ou de l'*Encope*.

La comparaison devient un peu plus compliquée lorsque nous passons aux *Cassidulidées*. La comparaison de la succession des genres dans les différentes familles, ainsi qu'elle a été poursuivie dans les *Desmosticha* et les *Clypéastroïdes*, est rendue difficile par la persistance des types qui ont précédé les *Echinonéidées* et les *Echinolampadées* lesquels sont restés sans modifications importantes depuis l'époque de la Craie inférieure. Avant cette époque, les transformations des *Cassidulidées* concordent avec les phases qui ont été observées dans le développement des *Echinolampas*. Les plus anciens genres, tels que le genre *Pygurus*, ont plusieurs des traits caractéristiques du test des jeunes *Echinolampas*. Le dé-

veloppement du floscelle et des pétales marche, côte à côte, avec celui d'autres genres dans lesquels les modifications du péristome, du test, et des pétales, sont beaucoup moins rapides ; un groupe conservant les traits caractéristiques des *Echinoneus*, l'autre arrivant au point culminant avec les *Echinolampas* de l'époque actuelle, tout en ayant pareillement un type persistant, le genre *Echinobrissus*, qui est demeuré, avec ses principaux traits caractéristiques, sans modifications, depuis la formation jurassique jusqu'à l'époque actuelle. Nous connaissons des genres de la famille des *Cassidulidées* qui rappellent les premières phases échinonéiformes des *Echinolampas*, et ensuite leur phase caratomiforme, après quoi la floscelle et les pétales, particuliers au groupe, deviennent des traits caractéristiques plus saillants des genres suivants.

En revanche, avec le genre *Echinobrissus*, qui est un type persistant, apparaissent des genres dans lesquels, ni les bourrelets péristomaux, ni les pétales, ne présentent des modifications plus étendues que celles qui ont affecté ces mêmes parties dans les genres voisins des *Echinoneus* et des *Caratomus*.

Les plus anciens *Spatangoïdes* sont les *Dysasteridées* qui forment un groupe aberrant en apparence, mais, d'après ce que nous savons maintenant sur les jeunes des *Hemiaster*, c'est un type strictement embryonnaire qui, tout en ayant ainsi des affinités avec les vrais *Spatangoïdes* conserve aussi des traits caractéristiques des *Cassidulidées*, dans le mode de développement du péristome et des pétales, comme aussi de l'appareil anal. Les genres qui suivent les *Dysasteridées*, les *Holaster* et les *Toxaster*, peuvent être comparés : les premiers aux phases des jeunes des *Spatangus*, avant l'apparition des pétales,

lorsque les ambulacres sont de niveau avec le test, et, lorsque le test est plus ou moins ovoïde; les seconds, à un âge un peu plus avancé des jeunes des mêmes *Spatangus*, lorsque les pétales ont fait leur apparition à l'état de semi-pétales. Dans les deux genres, le péristome a la structure simple caractéristique de tous les jeunes *Spatangoïdes*. Les modifications que nous constatons dans les genres qui suivent ceux qui viennent d'être cités, *Holaster* et *Toxaster*, nous permettent de former deux séries. La première, à partir des *Holaster*, nous conduit, à travers de très légères modifications du péristome et des extrémités (antérieure et postérieure), du test, jusqu'aux *Spatangoïdes* ananchytidiformes de l'époque actuelle, les *Pourtalesia*, le genre *Holaster* lui-même, persistant jusqu'au milieu de l'époque tertiaire. Dans la seconde série, nous reconnaissons sans peine, dans les *Spatangidées* qui suivent les *Toxaster* (un type persistant qui se continue par les *Paleostoma*, jusqu'à nos jours), les genres qui correspondent aux phases de développement des *Spatangus*, des *Brissopsis*, etc., de l'époque actuelle. Ces genres conduisent, d'un côté, depuis les *Hemiaster* (qui existent encore à l'époque actuelle) par des genres tels que les *Cyclaster*, les *Peripneustes*, les *Brissus* et les *Schizaster*, de l'autre, par les *Micraster* et les genres voisins, jusqu'aux *Spatangoïdes*, dans lesquels le développement du plastron et celui du fasciole sous-anal jouent un rôle important, tandis que, dans le précédent groupe, on pouvait suivre le développement du fasciole péripétale et du fasciole latéral. Aucun des genres de *Petalosticha*, appartenant aux autres groupes, ne possède des fascioles circonscrivant une area limitée du test.

La comparaison des genres d'Échinides qui ont apparu

depuis le Lias, avec les premières phases du développement des Oursins des principales familles, montre une coïncidence très frappante, arrivant presque jusqu'à l'identité, entre ces mêmes phases et les genres fossiles qui se succèdent. Cette identité ne peut cependant pas être poursuivie exactement de la même manière dont elle a été ordinairement comprise, tandis qu'il existe, incontestablement, dans les genres qui ont apparu l'un après l'autre, un accroissement graduel du nombre des formes dans certaines familles et, dans chaque formation successive, une tendance constante dans les caractères des genres, à se rapprocher de ceux de l'époque actuelle. C'est seulement dans la conformité entre quelques points spéciaux de structure de ces genres et les phases du développement des Échinides de l'époque actuelle que nous pouvons tracer une concordance, qui devient de plus en plus limitée, à mesure que nous reculons dans les temps. Ou bien nous sommes forcés de chercher l'origine de plusieurs caractères dans des types dont nous n'avons point d'indice, ou bien nous devons essayer de les trouver existant virtuellement dans des groupes où nous ne sommes pas encore parvenus à les discerner. Le parallélisme que nous avons indiqué ne peut pas s'étendre à la structure prise dans son ensemble. Ce que nous trouvons, c'est l'apparence, parmi les genres fossiles, de certains traits de structure caractéristiques qui donnent aux phases spéciales de développement, que nous avons comparées, leur aspect caractéristique. Ainsi, dans la succession des genres fossiles, lorsque un trait caractéristique de structure a fait une fois son apparition, il peut, ou bien rester comme un caractère persistant, ou bien se modifier graduellement dans les genres successifs d'une

même famille, ou bien encore apparaître dans une autre famille, associé à d'autres traits caractéristiques plus marqués qui le voilent complétement. Prenons, par exemple, parmi les *Desmosticha,* les modifications des zones porifères, de l'appareil apical et de l'appareil buccal, des plaques coronales, des ambulacres et des interambulacres, les variations dans la proportion relative des tubercules principaux et le développement des tubercules secondaires. Ce sont là des traits caractéristiques qui se sont modifiés indépendamment l'un de l'autre ; nous pouvons observer un développement simultané de ces caractères dans des séries parallèles, mais nous trouverons toujours que chaque caractère a eu un degré de développement très différent dans les diverses familles.

Ces faits sont démontrés aussi clairement pour le développement embryonnaire, que pour le développement paléontologique. C'est dans les *Cidaridées* que se trouve le minimum de spécialisation de ces traits caractéristiques de structure. Dans les *Diadémopsidées,* on remarque déjà une plus grande extension dans la diversité de structure des zones porifères, des plaques coronales, aussi bien que du péristome. Cette diversité s'accroît encore chez les *Echinidées,* tandis que chez les *Salénidées,* les modifications comparées à celles des *Echinidées* et des *Diadémopsidées* paraissent de nouveau un peu limitées, étant restreintes, quant à ce qui concerne les zones porifères et les plaques coronales, mais elles sont spécialisées quant à l'appareil péristomal et particulièrement importantes pour ce qui tient à la structure de l'appareil apical. Les directions spéciales dans lesquelles ces modifications se produisent donnent naissance naturellement à toutes les combinaisons possibles, toutefois elles nous donnent

la clef de l'apparition soudaine en, quelque sorte, de certains traits caractéristiques de structure dont la parenté doit être cherchée dans des groupes très éloignés. C'est à cette spécialité dans le développement paléontologique que nous devons rapporter, par exemple, les affinités que les *Salénidées* présentent avec les *Cidaridées*, c'est-à-dire leurs granules ambulacraires, l'existence de gros tubercules interambulacraires principaux peu nombreux, la structure de leur appareil apical, et leurs grandes plaques génitales. C'est, d'un autre côté, à leurs affinités avec les *Hémicidaridées*, que nous devons attribuer la présence de quelques tubercules plus volumineux à la base des aires ambulacraires, et c'est par leurs affinités avec les *Diadémopsidées* et les *Echinidées* que nous expliquons la structure de leur appareil péristomal entaillé et imbriqué, avec la présence de granules miliaires particuliers et peu nombreux. Du reste, tous les traits de structure qui caractérisent les plus anciens types des *Desmosticha* peuvent être, en réalité, parfaitement reconnus dans les *Cidaridées*, mais seulement sous une forme un peu rudimentaire. L'ondulation légère des zones porifères étroitement serrées, presque verticales, est le précurseur de la division des zones porifères en arcs verticaux, puis en arcs indépendants. La diminution du nombre des séries de granules dans la zone ambulacraire, et l'accroissement de volume de ces granules, préludent à l'apparition des tubercules ambulacraires un peu plus volumineux des *Hemicidaris* et des *Salénies*. La présence de radioles lisses et cylindriques dans la région apicale du test annonce déjà l'existence future de radioles semblables sur tout le test, dans les autres familles des *Desmosticha*. La différence qui existe entre les plaques qui couvrent

le péristome et les plaques coronales, conduit à la distinction profonde qui s'accentuera plus tard entre la structure de l'appareil péristomal et les plaques coronales, dans quelques genres des *Echinidées*.

Si nous passons aux *Clypéastroïdées* et aux *Petalosticha* nous pouvons tracer un parallélisme du même genre; nous pourrons aussi suivre sans peine, dans la succession des genres fossiles des *Clypéastroïdes* (mais souvent en considérant certains de ces genres très distants les uns des autres), les modifications précises subies par les zones porifères, depuis le point où elles nous sont d'abord connues dans les *Echinocyamus* et les *Fibularia*, jusqu'à leur phase pétaloïde la plus compliquée, celle des Clypéastroïdes de l'époque actuelle. Nous pouvons suivre facilement les modifications du test qui, d'abord comparativement ovoïde et renflé, devient ensuite moins gibbeux, puis, passant par la phase des *Laganes*, prend à la fin la forme tout à fait déprimée des *Scutellidées*. Nous découvrons de même dans les *Echinanthidées*, les traits persistants de structure caractéristique de quelques-uns des plus anciens *Clypéastroïdes* accolés à des modifications excessives des zones porifères. Dans les *Echinoconidées*, nous suivons principalement les légères modifications des zones porifères et des plaques coronales.

Finalement, lorsque nous arrivons aux *Spatangidées*, nous n'éprouvons pas de difficultés à poursuivre, à partir des genres de *Spatangoïdes* les plus voisins des *Desmosticha*, les modifications du test. Nous les suivons depuis ceux dans lesquels les plaques ambulacraires et interambulacraires ont à peu près les mêmes dimensions et dans lesquels l'extrémité antérieure et l'extrémité postérieure sont simplement spécialisées, jusqu'aux

Ananchytidées les plus typiques, dans lesquelles les extrémités présentent les caractères les plus opposés et les plus extraordinaires. D'une manière analogue, nous pouvons poursuivre, parmi les genres fossiles de différentes familles, le développement graduel du plastron, depuis sa plus ancienne apparition comme une modification de l'aire interambulacraire impaire de la face inférieure, le développement d'un rostre anal, les modifications successives du sillon anal, la formation d'une lèvre au péristome ou le développement des bourrelets et des phyllodes à partir d'un péristome simplement circulaire, ou enfin l'approfondissement graduel du sillon antérieur. Nous pourrons poursuivre également bien les modifications que subissent les ambulacres, depuis les zones porifères simples des anciens *Spatangoïdes*, jusqu'aux genres dans lesquels les pétales commencent à se marquer, et enfin jusqu'à ceux dont les ambulacres sont tout à fait spécialisés comme dans les genres *Schizaster*, *Moira*, etc., qui vivent encore actuellement. Il en sera de même, jusqu'à un certain point, du développement des fascioles, d'un côté depuis des genres comme les *Hemiaster* dans lesquels le fasciole péripétale est bien marqué, jusqu'aux *Brissopsis*, aux *Brissus* et aux analogues des mers actuelles, et de l'autre, de la même manière, pour la formation du fasciole sous-anal et du fasciole latéral. Nous devrons ainsi, par la même théorie des modifications indépendantes des traits de structure caractéristiques, découvrir les affinités multiples et compliquées qui nous frappent constamment lorsque nous faisons des études comparatives, et qui nous rendent impossible d'exprimer les rapports de divers genres que nous constatons, sans embrasser séparément

chaque caractère spécial de structure. Toute tentative d'embrasser à la fois une combinaison de caractères ou un système de combinaisons, nous conduit certainement à des problèmes indéfinis qu'il est hors de notre pouvoir de résoudre.

Dans les plus anciens *Clypéastroïdes* et *Petalosticha* fossiles, comme dans les *Desmosticha,* nous trouvons aussi l'expression virtuelle du plus grand nombre des modifications développées plus tard dans des genres de date plus récente.

La structure semi-pétaloïde des ambulacres de quelques-uns des plus anciens genres de *Spatangoïdes* d'un côté, les légères modifications de quelques-unes des plaques, à la face inférieure, aux environs du péristome, de l'autre, sont les précurseurs des ambulacres pétaloïdes très compliqués des *Spatangoïdes* récents d'une part, et du plastron d'autre part ; ces modifications conduisent aux différences importantes qui se manifestent ensuite entre l'extrémité antérieure et l'extrémité postérieure du test, comme aussi aux dérivations qui se terminent par l'existence d'un péristome à lèvre bien accusée. L'apparition de quelques granules miliaires près du péristome est le premier indice des bourrelets rudimentaires.

Retournons maintenant en arrière jusqu'aux *Paléoéchinidées,* ces représentants les plus anciens des Échinides à l'époque paléozoïque; et, sans vouloir essayer d'en faire descendre quelque type spécial, cherchons si nous pourrons trouver quelque fil qui nous conduise aux modifications probables de leurs caractères principaux qui ont préparé leur disparition graduelle.

Relativement à la structure des plaques coronales, à la spécialisation de l'appareil apical et de l'appareil buc-

cal, et aux caractères des ambulacres, nous devons les comparer à celles des phases du développement embryonnaire de nos oursins actuels dont nous ne trouvons point les analogies dans les oursins fossiles du lias et des formations postérieures. Pour établir notre parallélisme, nous devons reculer jusqu'à une phase de l'histoire embryonnaire des jeunes oursins dans laquelle la distinction à faire entre la région ambulacraire et l'interambulacraire est encore tout à fait vague, et dans laquelle l'appareil apical est, à la vérité, spécialisé, sans que toutefois l'appareil péristomal ait encore cessé, en réalité, de faire partie du sommet. Mais ici la comparaison ne se soutient plus, nous pouvons bien découvrir, dans le développement paléontologique de certains types, comme les *Archeocidaris* et les *Bothriocidaris,* des modifications qui nous conduiront, sans grandes difficultés, d'un côté aux *Cidaridées,* de l'autre aux *Echinothuridées* et aux *Diadématidées* de l'époque actuelle, mais nous ne pouvons manquer de voir, dans quelques-uns des traits caractéristiques de structure des *Paléoéchinidées,* plusieurs indications précises de certains caractères que nous sommes accoutumés à associer avec des groupes d'un ordre supérieur. Ainsi les très petits tubercules des *Clypéastroïdes* et des *Spatangoïdes,* par exemple, existent déjà dans les *Melonitidées,* leur anneau génital, leur appareil anal, se rapprochent presque autant des *Echinidées* que des *Cidaridées*. Les genres polypores de ce groupe représentent, jusqu'à un certain point, les Échinides réguliers polypores; le recouvrement des plaques péristomales des *Cidaris* et des plaques coronales de quelques *Diadématidées,* aussi bien que l'existence de quatre séries de plaques interambulacraires dans le genre *Tetracidaris,* et de nombreuses plaques ambula-

craires dans quelques *Echinométradées* récentes, sont des caractères de *Paléoéchinides* que nous pouvons expliquer par la théorie du développement indépendant des traits caractéristiques de structure, dont ils sont des modifications. Nous devons néanmoins nous rappeler que l'existence d'un grand nombre de plaques coronales, principalement de plaques interambulacraires, dans les *Paléoéchinidées*, est un caractère plutôt végétatif qu'ils possèdent en commun avec tous les Crinoïdes, un caractère qui est réduit au minimum dans les *Holothuries*, et qui persiste encore, dans toute sa force, dans les *Pentacrines* de l'époque actuelle, aussi bien que dans les *Astrophytidées* et les *Echinidées*.

Je serais entraîné trop loin si je voulais établir une comparaison analogue entre les phases embryonnaires des différents ordres d'Échinodermes et leurs plus anciens représentants fossiles. Nous pouvons cependant établir, d'une manière tout à fait générale, que nous connaissons les premières phases embryonnaires des représentants des divers ordres de la classe des Échinodermes de l'époque actuelle qui, à l'exception des *Blastoïdes* et des *Cystidées*, sont les mêmes que les ordres des Échinodermes fossiles, et que, d'après tout ce que nous savons, ils commencent tous par une phase, dans laquelle il serait impossible de distinguer un Oursin d'une Astéride, ou d'une Ophiure, ou d'un Crinoïde, ou d'une Holothurie, phase dans laquelle le test, le calice, l'appareil apical et le système ambulacraire sont réduits à leur minimum. A partir de cette phase primitive, identique pour tous, se développent, à l'époque actuelle, dans une période relativement courte, ou bien une Astéride, ou un Oursin, ou un Crinoïde. Or, si nous avons réussi à com-

parer le développement des traits caractéristiques de structure dans les genres fossiles, avec les phases embryonnaires des jeunes oursins, nous avons le droit de prétendre que le même procédé est applicable lorsque nous voulons établir la même comparaison en dedans des différentes limites des ordres, pourvu que nous apportions les mêmes restrictions. C'est-à-dire que, si nous désirons nous former une idée de la série probable des transformations que les plus anciens Échinodermes ont subies pour arriver à ceux de l'époque actuelle, nous aurons le droit d'envisager, comme étant les plus anciens représentants des ordres, des Échinodermes qui ressemblent aux premières phases de nos embryons, et de poursuivre, pour eux, comme il a été fait pour les oursins, les modifications des caractères de structure typiques. Nous avons toute raison de nous attendre à les trouver répétées dans les fossiles de périodes plus anciennes et, reculant encore un pas, nous pourrons peut-être obtenir une lueur indécise sur cette première phase échinodermique qui devrait combiner les caractères de structure communs à toutes les premières phases des embryons de nos Échinodermes. Et cependant, parmi les Échinodermes fossiles des plus anciennes périodes, nous n'avons pas encore découvert ce type primitif, duquel nous puissions faire dériver, ou les Astérides, ou les Ophiures, ou les Oursins, ou les Holothuries. A l'exception des dernières que nous pouvons laisser présentement en dehors de la question, nous voyons tous les ordres des Échinodermes apparaître en même temps. Tout en constatant ce fait, remarquons que l'un des groupes atteint, à l'époque la plus reculée, une prédominence qu'il perd graduellement, en même temps que se développaient les Astérides; les Ophiures et

les Échinides ; il a toujours, au contraire, diminué d'importance. Il s'agit des *Cystidées*, un sous-ordre des Crinoïdes, qui a atteint son apogée à l'époque paléozoïque, mais qui a totalement disparu bien longtemps avant notre époque. Si nous comparons les premiers types de *Cystidées* au type échinodermique embryonnaire primitif, de l'époque actuelle, nous découvrirons qu'ils ont une ressemblance générale et que les *Cystidées* et les *Blastoïdes* représentent, à l'état fossile, les types les plus rapprochés de ce prototype imaginaire des Échinodermes qui aient été découverts jusqu'ici.

Ce résultat peut ne pas être considéré comme étant tout à fait satisfaisant. Il a certainement été démontré qu'il est impossible de découvrir, dans la série paléontologique des Oursins, quelque chose qui ressemble à une succession des genres. Il n'est pas possible de prouver qu'il existe une filiation directe, et cependant l'existence certaine de types persistants (non seulement parmi les Échinodermes, mais dans tous les groupes des animaux marins), c'est-à-dire de genres qui ont continué à exister sans interruption, depuis les plus anciennes époques auxquelles ils apparaissent jusqu'au moment actuel, prouverait, d'une manière concluante, que, quoi qu'il en soit, quelques groupes d'animaux marins de l'époque actuelle sont les descendants directs de ceux des périodes géologiques plus anciennes. Lorsqu'il s'agit de types qui n'ont pas persisté aussi longtemps, mais qui cependant ont traversé deux ou trois grandes périodes, nous devons pareillement reconnaître que leurs derniers représentants sont descendus directement des anciens. Le fait même que les bassins des Océans datent des époques les plus reculées, et ont fourni aux animaux marins les con-

ditions les plus favorables pour une continuité d'existence non interrompue, dans des circonstances légèrement variables, explique probablement comment il a pu se faire que des genres d'Échinides ont eu une durée aussi considérable. Si nous nous rendons compte de la manière dont les genres caractéristiques des dernières époques géologiques se sont intercalés en se succédant, nous reconnaîtrons qu'il est impossible de nier leur continuité, à partir de l'époque du Lias, jusqu'au moment présent. Les *Cidaris* du Lias et les *Rhabdocidaris* jurassiques sont les ancêtres de nos *Cidaris* comme les *Salénies* de la craie inférieure sont ceux des *Salénies* de notre époque. Les *Acrosalénies* se continuent du Lias jusqu'à la Craie inférieure. Les *Pygaster* de nos jours datent de ceux du Lias. Les *Echinocyamus* et les *Fibularia* commencent avec la Craie supérieure. Les *Pyrines* descendant du jurassique inférieur jusqu'à l'éocène. Les *Echinobrissus* des mers actuelles datent de l'époque jurassique. Les *Holaster* ont vécu depuis la Craie inférieure jusqu'au Miocène, et les *Hemiaster* d'aujourd'hui ne peuvent se distinguer des *Hemiaster* de la Craie inférieure.

Voilà les descendances que nous pouvons poursuivre, et cela, aussi sûrement que nous pouvons dire qu'une partie de la population actuelle de l'Amérique du Nord descend d'une partie de celle qui l'habitait au commencement de ce siècle. Mais nous ne pouvons aller plus loin avec sécurité et, bien hardi, vraiment, serait celui qui voudrait essayer, même dans un seul État, de tracer la généalogie de ses habitants, en remontant à 10 ans en arrière. Nous ferons mieux de reconnaître notre incapacité d'aller au delà d'un certain point. Tous mes efforts tentés pour aller au delà d'un parallélisme général ont été sans succès.

Toutefois, en dépit des limites qui ont été assignées à ce parallélisme en général, il demeure toujours un facteur des plus essentiels pour aider à l'éclaircissement de l'histoire du développement paléontologique, et, en dernier lieu seulement, son importance a été pleinement appréciée.

Tandis que les restes fossiles peuvent nous fournir, sinon une preuve, du moins de fortes présomptions, du passage graduel d'un type à un autre, nous pouvons seulement supposer que ces modifications sont amenées par un procédé semblable à celui qui produit les modifications dues à des degrés de développement différent; les premières se produisant dans un espace de temps qui peut être considéré, dans la pratique, comme infini, lorsque nous le comparons à l'histoire de la courte existence qui nous a donné ce qui peut passer pour un *résumé* du développement paléontologique. N'oublions pas de mentionner que, dans les deux modes de développement, nous trouvons les mêmes périodes de modifications rapides survenant à certains degrés de croissance ou de développement historique, répétant les mêmes phases dans une direction différente. Serait-ce peut-être dépasser les limites des analogies que de prétendre que les modifications que nous voyons se produire sous nos propres yeux, dans un espace de temps comparativement court (modifications qui s'étendent depuis des phases représentant peut-être le type original du groupe, jusqu'à celles qui conduisent à sa structure la plus compliquée) ont pu, peut-être, dans le champ bien plus large du développement paléontologique, ne pas avoir eu besoin, pour se produire, du temps infini que nous avons l'habitude de supposer nécessaire ?

Les paléontologistes n'ont pas tardé à suivre cette voie inspiratrice, et ceux qui étaient en outre anatomistes et embryologistes ne sont pas seulement entrés dans des spéculations très intéressantes sur l'origine de certains groupes, mais ils ont fait faire à la méthode un pas de plus et ils nous ont donné des arbres généalogiques dans les rameaux et les branches desquels nous pouvons poursuivre la filiation complète d'un groupe, tel que nous le connaissons aujourd'hui, et tel qu'il doit avoir existé théoriquement à différentes époques, jusqu'à son premier commencement. A la vérité, nous devons admirer la hardiesse et la construction ingénieuse de ces spéculations généalogiques qui ont été lancées d'une manière si insouciante pendant les quinze dernières années; mais nous trouvons que, sauf de rares exceptions, il y a peu de chose à recommander dans des reconstructions qui s'écartent si loin des faits, tels qu'ils sont connus, et qui paraissent si lestement les ignorer. Du moment où nous perdons de vue la succession réelle des fossiles et les faits incontestables du développement postembryonnaire, pour reconstruire notre généalogie, nous bâtissons dans l'air. Ordinairement les brindilles de tous ces arbres généalogiques n'ont qu'un semblant de vérité; elles nous conduisent à des rameaux qui n'ont qu'une légère trace de probabilité, à des branches dans lesquelles l'imagination joue un grand rôle, à des branches-maîtresses où elle s'est accordée libre carrière, pour résoudre par le tronc, à la satisfaction finale de l'auteur, le problème de l'origine du groupe. Il semble à peine croyable qu'une école qui se vante de ne croire en rien de ce qui n'est pas justifié par le sens commun, et qui en fait un article de foi, puisse descendre jusqu'à de semblables frivolités.

Le temps des arbres généalogiques est passé; on peut démontrer leur futilité de la meilleure manière peut-être, par un simple calcul, qui fera voir, d'un coup d'œil, ce qu'entreprennent ces arboriculteurs scientifiques. Prenons, par exemple, les dix traits de structure les plus caractéristiques des Oursins. Le nombre des combinaisons possibles qu'ils peuvent fournir est si grand qu'il ne faudrait pas moins de 20 ans, en travaillant 10 heures par jour, et en examinant une nouvelle combinaison dans chaque minute, pour les passer toutes en revue. Rappelons-nous encore que chacun de ces traits de structure caractéristiques est soumis lui-même à de constantes modifications, et nous aurons une idée de la nature du problème que nous essayons de résoudre lorsque nous cherchons à tracer la généalogie de la manière dont l'entendent les faiseurs d'arbres généalogiques. D'un autre côté, en dépit des millions de combinaisons possibles que ces dix caractères peuvent produire, lorsqu'ils n'affectent plus uniquement une seule combinaison, mais toutes les combinaisons qui peuvent se produire lorsqu'ils s'appliquent à quelques centaines d'espèces, nous pouvons nous assurer que le nombre des combinaisons qui existent actuellement, de celles qui ont laissé leurs traces à l'état fossile, reste énormément en dessous du nombre de celles qui seraient matériellement possibles, et qui est immense, comme nous venons de le voir. Ainsi que je l'ai établi, nous n'avons pas plus de 2300 espèces représentant actuellement, pour les Oursins, le résultat de ces combinaisons sans fin. Est-il alors étonnant si nous ne réussissons pas à découvrir la filiation des genres, lors même que les genres, comme cela est si souvent le cas, représentent en quelque sorte des phases embryonnaires

de quelque Oursin de l'époque actuelle, devenues stables? Et, de fait, toute l'histoire des fossiles eux-mêmes ne nous montre-t-elle pas que nous ne pouvons arriver à ce résultat? Chaque espèce fossile doit, pendant son développement, avoir passé par des phases analogues à celles qu'ont traversées les Oursins de nos jours. Chacune de ces phases, dans chacune de ces périodes, représente une des combinaisons possibles, et celles qui sont actuellement conservées correspondent seulement à la période particulière et à la combinaison spéciale à laquelle est parvenue chaque Oursin.

Ces phases sont les vrais chaînons que nous ne pouvons nous attendre à trouver conservés, pas plus que nous ne pouvons espérer de trouver une réminiscence du développement embryonnaire actuel des espèces de notre époque, sans une étude directe des époques passées. Le nombre actuel des espèces, dans chaque groupe, doit toujours tomber beaucoup en dessous du nombre qu'il serait possible d'atteindre, et, pour cette raison, il est pour nous hors de question de vouloir chercher la solution du problème de la filiation ou d'espérer d'en trouver une qui ne se trouve pas au delà des limites, même les plus indéfinies, de la précision. Si lorsque nous envisageons, comme nous venons de le faire, l'un des groupes les plus limités du règne animal, nous nous trouvons engagés dans un travail sans issue, quelle doit être la perspective qui nous attend si nous voulons attaquer le problème dans d'autres classes d'animaux, dans lesquelles les espèces se comptent par milliers et non plus par dixaines? Devons-nous dire: « *ignorabimus* » ou bien « *impavidi progrediamur,* » et poursuivre vaillamment un fantôme que nous ne pouvons jamais espérer d'atteindre.

RECHERCHES DE M. LE D[r] H. ADLER

SUR LA

GÉNÉRATION ALTERNANTE DES CYNIPIDES DU CHÊNE[1]

« On ne pourra avoir une explication satisfaisante du mode de reproduction des Cynipides que lorsque leur développement aura été suivi pas à pas, dans toutes ses phases, depuis l'œuf fécondé ou non. Espérons qu'il se trouvera, parmi nos entomologistes, un Œdipe qui saura résoudre cette énigme ! » Ainsi s'exprimait M. le prof. de Siebold dans le dernier chapitre d'un travail[2] sur la parthénogénèse publié il y a dix ans. L'Œdipe s'est trouvé et nous a donné un des chapitres les plus curieux de l'histoire des insectes.

On savait depuis longtemps que, dans plusieurs espèces de Cynipides, les mâles étaient beaucoup moins nombreux que les femelles; chez certains de ces Hyménoptères ils semblaient même manquer complètement. Diverses hypothèses avaient été imaginées pour expliquer ces anomalies. Il est inutile de les rappeler ici puisqu'elles sont tombées devant les résultats de l'observation. C'est, il y a huit

[1] H. Adler. Ueber den Generationswechsel der Eichen-Gallwespen. — *Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie*, vol. XXXV, 2[me] cahier, 1881, p. 151-246, pl. X-XII.

[2] C. Th. E. v. Siebold, Beiträge zur Parthenogenesis der Arthropoden, 8°, Leipzig, 1871, p. 229.

ans, que la première idée juste sur les phénomènes de reproduction de ces insectes a été introduite dans la science. En 1873, M. Bassett publia dans le « Canadian Entomologist » des observations sur les Cynipides, parmi lesquelles s'en trouvait une d'une grande portée. Il avait constaté qu'une espèce vivant sur le Quercus bicolor produit sur le pédoncule de la feuille et sur sa nervure médiane des renflements d'où sortent au mois de juin des insectes chez lesquels le sexe mâle et le sexe femelle sont représentés en nombres égaux. Des galles d'une autre forme apparaissent à la fin de l'été sur les extrémités des jeunes rameaux ; les insectes qui se développent dans leur intérieur et y hivernent ne présentent que des femelles différant seulement de celles de la génération précédente par leurs dimensions un peu plus fortes. M. Bassett a conclu de ces faits que les deux générations proviennent l'une de l'autre et se succèdent dans le cours d'une année. Bien que basée sur une simple supposition et dépourvue de preuves directes, cette théorie s'est trouvée vérifiée par les observations de M. Adler, de Schleswig, qui, en 1875, a commencé ses recherches nombreuses et persévérantes sans connaître les idées de l'entomologiste canadien.

Les études de M. Adler ont porté sur toutes les espèces de Cynipides du chêne qu'il a pu observer dans la région qu'il habite, c'est-à-dire sur la plupart de celles de l'Allemagne du Nord. Il a pris les plus grands soins pour suivre chaque espèce dans les diverses phases de son développement et dans les formes successives sous lesquelles elle apparaît. L'exposé des méthodes employées pour ses élevages inspire une confiance absolue dans les résultats auxquels il est arrivé.

M. Adler répartit les Cynipides du chêne dans quatre groupes qui comprennent toutes les espèces observées par lui. Ce sont les suivants :

I. Groupe des Neuroterus ;
II. Groupe des Aphilotrix ;
III. Groupe des Dryophanta ;
IV. Groupe des Biorhiza.

Les insectes du premier de ces groupes peuvent nous fournir un exemple des singuliers phénomènes de reproduction dévoilés par M. Adler.

Le *Neuroterus lenticularis,* Ol. produit sous les feuilles du chêne des galles qui apparaissent en juillet et tombent sur le sol en septembre ou octobre. La larve est à cette époque très petite, et l'insecte parfait ne sort qu'en avril ou au commencement de mai. A peine échappé de la galle dans laquelle il s'est développé, il dépose ses œufs sur les bourgeons du chêne. Autour de ces œufs se forment, sur les feuilles et sur les pédoncules des fleurs mâles, des galles différentes de celles qui avaient nourri les Neuroterus. L'insecte qui en sort n'est point un Neuroterus; il avait été classé dans un autre genre sous le nom de *Spathegaster baccarum,* L. Celui-ci, à son tour, pondra des œufs d'où sortiront des Neuroterus.

La même alternance a été observée chez trois autres espèces de Neuroterus auxquelles correspondent trois Spathegaster.

Non seulement les deux générations vivent dans des galles différentes de formes, de dimensions, de couleur, de situation, et les insectes présentent entre eux quelques différences de taille, de proportions et de structure; mais ce qui rend l'opposition plus frappante, c'est que *la génération Neuroterus n'est représentée que par des femelles,*

tandis que la génération Spathegaster offre des individus des deux sexes. Il y a donc là une forme nouvelle de génération alternante[1].

Le genre *Aphilotrix* contient un grand nombre d'espèces de Cynipides qui n'étaient connues que par des individus femelles. M. Adler a observé sur neuf de celles-ci une alternance de générations agames et sexuées; ces dernières sont représentées par des espèces rentrant dans le genre Andricus.

Trois espèces de *Dryophanta* qui ont été étudiées par le même observateur n'existent qu'à l'état de femelles; la génération suivante est formée, comme pour les Neuroterus, d'espèces du genre *Spathegaster.*

Le quatrième groupe, celui des *Biorhiza,* est le plus intéressant de tous par les différences de formes et de mœurs que présentent les insectes des deux générations successives. Le *Biorhiza aptera,* qui n'existe que sous la forme de femelle, est un petit insecte aptère, de 4 à 7^{mm} de long, connu pour former sur les racines des chênes des galles d'abord molles et d'un blanc rougeâtre, qui prennent ensuite à maturité une couleur brune et deviennent assez solides. M. Adler a vu que l'insecte qui en sort ne dépose pas ses œufs dans les racines, mais monte sur le chêne pour attaquer les bourgeons, et surtout les gros bourgeons terminaux. Des galles qui se développent autour de ces piqûres sort un insecte qui avait reçu le nom de *Teras terminalis.* Cette seconde forme comprend des mâles ailés et des femelles aptères ou pourvues seulement de rudiments d'ailes. Du reste, les deux générations

[1] Ce cas rentre dans la catégorie que M. Balfour (Treatise of Embryology) appelle *Hétérogamie.*

offrent assez de ressemblances dans l'ensemble de leur organisation.

Dans une autre espèce du même groupe, le *Biorhiza renum*, les différences de structure entre une des générations et l'autre sont beaucoup plus marquées. Cet insecte (génération agame) est aptère, long de $1^{mm},5$; son abdomen est sessile. Il a 13 articles aux antennes, 2 aux palpes labiaux, 4 aux palpes maxillaires. De ses œufs déposés sur les bourgeons adventifs du tronc, des branches ou des rameaux, sort, à la fin de mai ou au milieu de juin, un Cynips connu sous le nom de *Trigonaspis crustalis* et très différent du précédent. Il a 4^{mm} de long; le mâle et la femelle sont tous deux pourvus de très longues ailes. Les antennes du mâle ont 15 articles, celles de la femelle 14 ; les palpes labiaux ont 3 articles, les maxillaires 5. La couleur et la sculpture du corps sont très différents de ce que l'on voit chez le *B. renum*. La tarière a aussi une structure tout autre.

Dans les espèces de ces quatre groupes dont nous venons de tracer les transformations d'après M. Adler, il y a un cycle formé de deux générations plus ou moins différentes l'une de l'autre, et dont l'une est représentée seulement par des femelles pondant par parthénogénèse et dont l'autre offre les deux sexes. Cette alternance, bien que très répandue chez les Cynipides, n'est pas la règle générale. Il existe quelques *Aphilotrix* qui se reproduisent d'une manière continue sans qu'il apparaisse d'individus mâles. Les quatre espèces chez lesquelles M. Adler a observé ce mode de reproduction éclosent en avril et n'ont qu'une génération dont le cycle de développement est d'une année.

Les galles qui fournissent l'abri et la nourriture aux

Cynipides pendant la plus grande partie de leur existence sont, comme on le sait, très variées de forme, de couleur, de dimensions et de situation. Elles fournissent de bons critères pour distinguer des espèces qui autrement sont difficiles à séparer.

On avait généralement admis que c'est la piqûre des Cynipides et l'introduction dans la plaie d'une sécrétion particulière de l'insecte qui amène une irritation et, par suite, une production anormale de tissu cellulaire. Dans cette hypothèse on expliquait les différences entre les galles par la diversité des substances produites par les glandes de l'insecte et déposées dans le tissu de la plante. M. Thomas, de Ohrdruf, qui a étudié un grand nombre de galles d'insectes et d'Acariens, avait déjà battu en brèche cette explication. M. Adler en montre d'autre part la fausseté en ce qui concerne les galles des Cynipides du chêne. Il reconnaît bien, toutefois, qu'elle est juste pour certaines galles dues à d'autres Hyménoptères. Ainsi, la blessure faite par la tarière en forme de scie du *Nematus Vallisnierii* dans les feuilles du *Salix amygdalina* amène une abondante formation de cellules, et la galle ainsi produite a atteint sa croissance au bout de quelques jours, alors que la larve n'est pas encore sortie de l'œuf. Chez les Cécidomies, au contraire, la manière dont se fait la ponte montre jusqu'à l'évidence que c'est la larve qui cause la formation de la galle. Il en est de même chez les Cynipides. Aucun effet ne se produit tant que la larve n'a pas éclos. Le Trigonaspis crustalis dépose ses œufs en mai, et ce n'est qu'en septembre que les larves éclosent; c'est aussi seulement dans ce dernier mois que la galle commence à se former. Dès que la larve a attaqué quelques cellules, la multiplication se produit. M. Adler a même constaté que

pendant que la jeune larve a encore la partie postérieure de son corps engagée dans la membrane de l'œuf, il se fait déjà en avant d'elle une forte prolifération de cellules autour du tissu entamé.

M. Adler donne beaucoup de détails sur les régions de l'arbre et la nature des tissus dans lesquels se développent les galles, sur les causes qui amènent des anomalies ou des arrêts de développement de ces galles. Deux planches en couleur fort bien exécutées représentent les diverses galles mentionnées dans le mémoire.

L'auteur décrit aussi et figure avec soin les pièces de la tarière et discute la manière dont l'œuf doit être amené au fond du canal percé par l'insecte.

Les œufs des Cynipides diffèrent des œufs pédicellés des autres Hyménoptères en ce que chez eux le pédicelle se trouve placé au pôle antérieur de l'œuf au lieu d'être au pôle postérieur. En outre, ce prolongement n'est pas un simple appendice solide et de nature cuticulaire de l'enveloppe de l'œuf. Il renferme une cavité qui est en communication directe avec la cavité vitelline, et son extrémité présente un renflement en massue. M. Adler pense que ce pédicelle, qui se trouve rapproché de l'atmosphère, joue le rôle d'un tube respiratoire.

Nous avons déjà indiqué plus haut quelques-uns des caractères essentiels qui distinguent les deux générations chez certains Cynipides. La distinction est loin d'être toujours aussi marquée que celle qu'on observe dans le groupe Biorhiza. Les Neuroterus et les Spathegaster ne présentent extérieurement que peu de différences. En les examinant de près, on voit cependant que la forme Neuroterus est plus ramassée, a l'abdomen plus fortement développé, les ailes plus courtes et plus larges, et les an-

tennes plus longues que la forme Spathegaster. Les différences qui se remarquent dans l'abdomen sont dues à la structure et à la forme de la tarière qui varient suivant le rôle que celle-ci est appelée à jouer, la partie qu'elle est destinée à percer.

Les organes reproducteurs semblent avoir, d'une manière générale, la même structure chez les femelles des deux générations. Dans les unes et les autres, les ovaires sont formés d'un grand nombre de tubes ovariques dans chacun desquels se trouvent de 6 à 12 œufs. Ordinairement, les générations agames ont des tubes ovariques plus nombreux et on compte plus d'œufs dans chaque tube. Une glande que M. Adler considère comme devant jouer le rôle d'une prostate, bien que plus développée chez les femelles de la génération sexuée, existe cependant aussi chez celles de la génération agame. Ce qui est plus remarquable encore, c'est que le *Receptaculum seminis se rencontre non seulement chez les femelles des générations agames qui alternent avec des générations sexuées, mais aussi chez celles des espèces qui se reproduisent uniquement par parthénogénèse.* On constate pourtant chez les femelles agames un certain degré d'atrophie de cet organe comparativement à ce qu'il est chez celles des générations sexuées. La persistance du réservoir séminal chez ces insectes parthénogénétiques indique évidemment, comme le fait remarquer M. Adler, qu'à une époque très reculée il doit avoir existé des mâles. D'autres faits observés par l'auteur parlent dans le même sens. L'on trouve, d'ailleurs, chez des Cynipides (*Rhodites rosæ* et *R. eglanteriæ*) vivant sur d'autres plantes que le chêne une manifestation d'atavisme qui démontre les liens qui existent entre l'état sexué et l'état agame. Bien que la

reproduction soit devenue chez eux purement parthénogénétique, on voit apparaître encore quelquefois des mâles, bien que probablement depuis longtemps il n'y ait plus d'accouplement.

Outre les différences existant entre les insectes parfaits, les deux générations qui alternent se distinguent encore par le temps plus ou moins long nécessaire pour le développement de l'œuf et de la larve et par la répartition des phases de ce développement. Les larves des Neuroterus et celles des Spathegaster offrent aussi des différences dans la forme de leurs mandibules, ces organes étant adaptés au genre de vie des unes et des autres.

Les recherches de M. Adler n'ont pas porté seulement sur les Cynipides du chêne. D'autres Hyménoptères parasites des animaux et des végétaux lui ont révélé des faits intéressants qui montrent combien la parthénogénèse est répandue chez les insectes de cet ordre et sous quelles conditions variées elle se présente dans les différents groupes et même dans les espèces d'un même genre.

M. de Siebold avait constaté que chez le *Nematus ventricosus* les mâles et les femelles sont en même nombre et que cependant la parthénogénèse existe. M. Adler a observé le mode de reproduction du *N. Vallisnierii* et a reconnu chez cette espèce l'existence de deux générations par an qui sont exclusivement parthénogénétiques. La parthénogénèse qui est seulement exceptionnelle chez le premier des insectes de ce genre est donc devenue constante chez le second.

Le *Pteromalus puparum*, dont la larve vit en parasite dans les chrysalides de diverses espèces de Lépidoptères diurnes, présente aussi des phénomènes de parthénogénèse, mais les résultats de ce mode de reproduction sont

inverses de ceux qui s'observent chez le Nematus Vallisnierii. En effet, les femelles vierges donnent principalement naissance à des mâles, fait qui rapproche ces insectes des abeilles au point de vue de la reproduction. Sur quatre chrysalides infestées de larves de ce Ptéromalien produites par parthénogénèse, la première donna 124 mâles, la seconde 62 mâles, la troisième 75 mâles et 5 femelles, la quatrième 45 mâles et 4 femelles.

L'ensemble des faits tend à prouver que la parthénogénèse provient chez les Hyménoptères de la génération sexuelle. Il est, à côté de cela, difficile d'établir aucune loi générale parce que les résultats relatifs au sexe de la progéniture sont trop variés. Tantôt les femelles vierges donnent naissance principalement ou exclusivement à des femelles, tantôt à des mâles et à des femelles en nombres sensiblement égaux, tantôt enfin principalement ou exclusivement à des mâles. Dans les cas où le sexe mâle semble avoir complètement disparu par suite d'une parthénogénèse prolongée, on peut encore voir reparaître de temps à autre un mâle sur un grand nombre d'individus.

M. Adler cherche à s'expliquer l'origine de l'alternance des deux générations différentes annuelles chez les Cynipides. Il admet qu'à l'origine il n'y avait probablement qu'une génération par an, et ensuite deux générations identiques. Les modifications qui se sont produites plus tard dans ces deux générations doivent être attribuées à l'influence des conditions vitales extérieures. En première ligne il faut placer les changements de climat, car nous savons, surtout par les observations et les recherches expérimentales de M. Weismann que les influences de climats différents peuvent donner la première impulsion aux changements qui amènent la séparation de deux

générations. Quant au degré des modifications il provient d'un facteur dont nous ne pouvons pas bien apprécier la portée; l'organisation spéciale d'une espèce présente tantôt une grande disposition à varier, tantôt une tendance à conserver ses caractères. Ainsi il n'y a quelquefois presque aucune différence entre les deux générations alternantes des Cynipides malgré l'existence de conditions extérieures des plus diverses (aptera-terminalis), tandis que d'autres fois on remarque des différences frappantes (renum-crustalis).

En admettant que les générations aient été primitivement identiques, on est amené à se demander laquelle des deux existant aujourd'hui correspond à la forme originaire ou du moins s'en rapproche le plus. M. Adler estime que c'est la génération agame qui représente cette forme primitive; si elle ne lui est pas identique elle doit en être du moins très voisine [1]. Cette conclusion est déduite des faits suivants :

1° La forme parthénogénétique existe seule chez certaines espèces.

2° Chez les Cynipides on ne connaît pas de cas d'une forme sexuée existant seule; toutes les espèces sexuées ne nous sont connues que comme un anneau d'un cycle contenant une génération agame.

Sans être absolument concluants, les arguments de M. Adler ont une certaine valeur. On pourrait y ajouter

[1] M. le Dr Adler parle de la forme *actuellement* agame, mais qui aurait possédé jadis des mâles. M. Lichtenstein (*Feuilles des jeunes naturalistes*, 1er mai) nous paraît donc mal interpréter la pensée de l'auteur en prétendant que « M. Adler considère la forme agame comme la forme typique, les formes sexuées femelle et mâle lui étant subordonnées, le mâle lui-même devenant une forme dégénérée, et un état de décadence de l'insecte. »

celui-ci : c'est que, contrairement à ce que l'on voit chez les autres Articulés doués de parthénogénèse, les générations sexuées sont les générations d'été et ce sont les générations parthénogénétiques productrices de femelles qui hivernent. Or, les analogies avec les autres insectes doivent nous faire supposer que la génération hivernante est la génération primitive, et que la génération d'été est secondaire [1].

Ces hypothèses provisoires seront probablement beaucoup modifiées par les découvertes ultérieures; mais les travaux de M. Adler marqueront toujours comme ayant fait faire un grand pas à la question de la parthénogénèse, et compteront parmi les recherches les plus patientes et les plus fructueuses qui aient été entreprises sur les insectes.

A. H.

[1] Voyez : *A. Weismann*, Studien zur Descendenz-Theorie, I. Ueber den Saison-Dimorphismus der Schmetterlinge, Leipzig, 1875. pages 28, 59, etc.

BULLETIN SCIENTIFIQUE

PHYSIQUE.

Henri Dufour, prof. de physique à l'Académie de Lausanne. Observations sur les plaques phosphorescentes dites plaques lumineuses. (*Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat.*, XVII, 84 p. 7.)

Depuis quelques années on trouve dans le commerce, sous le nom de *plaques lumineuses*, des lames de verre couvertes d'une substance phosphorescente et jouissant ainsi de la propriété d'émettre de la lumière, lorsqu'elles ont été exposées quelques minutes à la lumière diffuse.

Ces plaques sont formées simplement de deux lames de verre entre lesquelles est fixée une couche de sulfure alcalin préparé très probablement par un procédé analogue à ceux employés par M. E. Becquerel pour fabriquer les phosphores artificiels. On sait que la couleur et l'intensité de la lumière émise par ces phosphores dépend pour une même substance du mode de préparation [1]. L'avantage que présente sur d'autres la substance employée à la fabrication des plaques lumineuses est de luire pendant un temps très long après avoir été exposées à la lumière. C'est grâce à ce fait que l'inventeur propose d'employer ces plaques comme cadrans de pendule et de montre et surtout comme plaques pour portes de maison et d'appartement.

Grâce à l'obligeance de M. Francillon, quincailler, et de M. Pauly, horloger, tous deux à Lausanne, qui nous ont confié des plaques de portes et une montre, nous avons pu faire

[1] *La lumière, ses causes et ses effets*, par Edmond Becquerel, t. I, liv. VI, pages 207 et suiv.

quelques essais sur la durée de la lumière émise par les plaques lumineuses et les comparer sous ce rapport avec une série de tubes phosphorescents de M. Becquerel ; les résultats obtenus font l'objet de cette petite note.

Nous avons cherché avant tout jusqu'à quel point on peut distinguer des traits ou des lettres noires fixés sur une plaque lumineuse un certain temps après son exposition à la lumière diffuse.

On a collé sur une de ces plaques des bandes de papier noir de largeur et de longueur différentes.

	Largeur.	Longueur.
N° 1	5mm	30mm
2	3	20
3	2	20
4	1	20
5	1	8
6,7,8	carrés de 1mm de côté.	

La plaque lumineuse était fixée au fond d'une chambre noire de photographe dépourvue de son objectif.

On expose la plaque au soleil pendant 60 secondes, à 10 heures 45, le 9 juin 1879; à 11 h. 15 on distingue les traits 1 à 5 et les carrés 6 à 8.

Le 10 juin, à 11 h. 10, la plaque est exposée 90 secondes à la lumière diffuse; 20 minutes plus tard, on distingue encore les traits 1 à 5 et les carrés 6 à 8. A 11 h. 45, soit 35 minutes plus tard, on ne voit plus que les traits; enfin, à 1 h. 50, soit au bout de 160 minutes, on voit nettement le trait 1 et on aperçoit les traits 2 et 3.

Le 12 juin, à 9 heures du matin, la plaque est exposée 20 secondes à la lumière diffuse, on distingue les traits et les points; à 11 h. 20 on voit les traits 1 et 2; à 3 h. 15, soit 6 heures 15 minutes après le commencement de l'expérience, on distingue encore la forme de la plaque, celle-ci a une teinte grisâtre.

Le même jour à 5 h. 15 du soir, la plaque lumineuse est exposée pendant 7 minutes à la lumière diffuse, le ciel est

couvert. Le lendemain à 11 h. 15 du matin elle ne présente plus de trace de coloration.

A 11 h. 25 nouvelle exposition de 30 secondes à la lumière diffuse; à 4 h. 20 on ne voit qu'une teinte pâle, il n'est pas possible de distinguer les traits.

Le 15 juin à 8 h. du matin, la plaque est exposée pendant 2 minutes à la lumière diffuse; à 9 h. du soir, c'est-à-dire au bout de 13 heures on distingue encore le trait 1.

Ces observations et beaucoup d'autres que je ne cite pas, car elles ne seraient qu'une répétition des premières, ont été faites lorsque l'œil était habitué depuis 10 minutes au moins à une obscurité complète. La distance de l'œil à la plaque était de 25 centimètres.

La teinte de la plaque lumineuse varie, du reste, très rapidement. Cette teinte, d'abord violette immédiatement après l'exposition, a nettement le caractère phosphorescent, il semble que la lueur se déplace et qu'une sorte de brouillard lumineux enveloppe la plaque; cet état ne dure guère et au bout de quelques minutes, la teinte a beaucoup pâli, elle est d'un gris bleuâtre et a l'aspect mat comme celui d'une feuille de papier coloré.

On voit, par ces mesures, que la lumière émise par les plaques lumineuses dure un temps très long, beaucoup plus long, comme nous allons le voir, que celle émise par la plupart des tubes phosphorescents de M. Becquerel.

Pour employer ces plaques dans des conditions semblables à celles dans lesquelles elles sont utilisées pratiquement, nous avons fait quelques expériences identiques à la suivante.

Le 16 juin, une plaque lumineuse a été exposée toute la journée dans une antichambre peu éclairée, une seconde plaque était suspendue dans une chambre au nord. A 10 heures du soir, la lueur émise par les deux plaques était nette; à 1 h. du matin on distinguait les traits 1 et 2.

Une montre à cadran lumineux, exposée pendant la journée dans la chambre au nord, était assez lumineuse à 1 h. du matin pour qu'on pût distinguer la position des aiguilles, mais non les heures.

Il résulte de ces expériences que les plaques lumineuses

émettent de la lumière pendant un temps fort long; cette lumière est assez intense pour permettre de distinguer des traits noirs de 3 à 4^{mm} de largeur plusieurs heures après que la lumière a cessé d'agir sur la plaque.

Comparées aux tubes phosphorescents de M. Becquerel, les plaques lumineuses présentent un avantage, comme le montrent les expériences suivantes :

Six tubes phosphorescents, montés dans un cadre commun, ont été exposés pendant 25 secondes à la lumière diffuse. Au bout de 8 minutes on distingue difficilement les tubes bleus et rouges, les tubes jaunes sont encore visibles au bout de 33 minutes. Dans un autre cas, après 30 secondes d'exposition à la lumière diffuse, les tubes jaunes avaient encore une faible teinte blanchâtre au bout de 3 heures.

Les fleurs phosphorescentes qui ont eù un certain succès lors de la dernière exposition de Paris, luisent plus longtemps que les tubes, surtout celles à teintes violettes; ainsi une fleur exposée 1 minute à la lumière diffuse émettait encore une légère lueur 15 heures plus tard. La lumière émise par cette fleur est tout à fait semblable à celle des plaques lumineuses.

Sensibilité des plaques lumineuses. Quel est le temps minimum nécessaire pour produire une coloration appréciable d'une plaque lumineuse? Ne possédant pas de phosphoroscope, nous n'avons pu résoudre cette question que d'une manière approximative. La plaque phosphorescente était placée dans une chambre obscure, munie d'un obturateur qui pouvait s'ouvrir et se fermer rapidement. L'observateur fermait les yeux pendant l'instant de l'ouverture de l'obturateur. On trouve ainsi que 3 secondes d'exposition suffisent pour qu'on puisse distinguer tous les traits et tous les points noirs de la plaque exposée. Au bout de 16 minutes, les traits sont encore visibles, mais non les points. Les fleurs sont aussi sensibles que les plaques.

La plaque conserve d'autant plus longtemps la faculté de luire dans l'obscurité que la durée d'exposition est plus longue; mais il n'y a pas avantage à dépasser 3 minutes d'exposition.

Variations de l'intensité de la lumière émise par les plaques

lumineuses. Pour mesurer approximativement comment décroît l'intensité de la lumière émise par les plaques phosphorescentes, on a employé un photomètre de Foucault. Derrière l'une des moitiés du verre dépoli était placée la plaque lumineuse, derrière l'autre était un verre bleu qui tamisait la lumière émise par un bec de gaz. La lumière transmise par le verre avait une teinte assez semblable à celle de la plaque. En faisant varier la distance du bec au photomètre, l'intensité de la couleur variait à volonté, on cherchait à établir l'égalité de teinte des deux plaques en contact.

Les résultats obtenus montrent que l'intensité de la lumière décroît d'abord très rapidement pendant les premières minutes, puis diminue ensuite beaucoup plus lentement.

Exemple 1. La plaque est exposée 1 minute à la lumière diffuse; en désignant par 100 l'intensité de la lumière émise immédiatement après l'exposition on trouve:

Temps.	Intensité.
0^m	100
1^m	44
4^m	15
5^m	11
10^m	7
15^m	3

Exemple 2. La plaque est exposée 20 secondes à la lumière du magnésium; en désignant encore par 100 l'intensité de la lumière immédiatement après l'exposition, intensité différente de celle produite par l'exposition à la lumière diffuse, on obtient:

Temps.	Intensité.
0^m	100
1^m	48
3^m	25
5^m	16
8^m	13
14^m	9

D'autres séries donnent des résultats semblables. Quoique cette méthode ne soit pas très précise, elle suffit pour montrer que la variation d'intensité n'est nullement proportionnelle au temps.

Les plaques lumineuses peuvent rendre quelques services dans un laboratoire ; elles se prêtent entre autres très bien à la démonstration des propriétés de la partie chimique du spectre solaire. La région ultra-violette d'un spectre projetée sur une de ces plaques y forme une traînée lumineuse sur laquelle les raies se détachent en noir. Cette sorte de photographie dure assez longtemps pour qu'on puisse la montrer à plusieurs personnes.

Ces plaques, comme les tubes phosphorescents, prennent un éclat plus vif lorsqu'on les chauffe après les avoir exposées à la lumière.

Henri Dufour, prof. de physique à l'Académie de Lausanne. Appareil pour montrer les courbes de M. Lissajous. (*Bull. Soc. Vaud. Sc. nat.*, XVII, 84, p. 79.)

Il existe de nombreux appareils servant à montrer la combinaison de deux mouvements vibratoires perpendiculaires ou autres. La méthode optique de M. Lissajous se prête surtout bien à ces démonstrations. Nous décrivons l'appareil suivant, parce qu'il est d'une construction facile et qu'il permet de montrer à volonté les courbes résultant de mouvements de durée et d'amplitude différentes.

L'instrument se compose de quatre pièces identiques, A, B, C, D. Chacune d'elle est formée d'un électro-aimant *e e'* représenté dans la pl. VII, figure 2. La lame cylindrique de fer doux qui le constitue a 25 centimètres environ de longueur. Une pièce M en laiton, percée de deux trous parallèles munis de vis de serrage *v v'*, peut glisser le long de la barre de fer, sur laquelle elle occupe à volonté différentes positions. La tige T est une aiguille en acier (aiguille à tricoter) qui peut être serrée dans le second trou de la pièce M, au moyen de la vis *v'*.

Deux des appareils ainsi construits, A et B, sont placés horizontalement au pied du support commun S; chaque aiguille est terminée par un fil de platine $p\,p'$ qui établit le contact avec les surfaces de mercure H H'.

Les deux autres appareils C et D sont placés l'un verticalement, l'autre horizontalement; l'une des aiguilles est munie d'une plaque mince, percée d'une ouverture très petite; l'autre supporte une petite lentille *l*. L'appareil C communique électriquement avec A, tandis que B et D sont liés ensemble.

Cet ensemble fonctionne de la manière suivante:

L'aiguille de l'appareil A étant mise en vibration, son mouvement est entretenu par l'électro-aimant auquel elle appartient; si l'aiguille de l'appareil C a un mouvement de même période que celui de A, elle entrera aussi en vibration sous l'influence des aimantations et des désaimentations successives de l'électro-aimant auquel elle appartient. Le même phénomène se produit pour l'ensemble B D, dont la durée de vibration peut être la même ou différente de celle du système A C.

Pour obtenir diverses combinaisons de mouvements vibratoires, il faut glisser les pièces M des deux électro-aimants d'un même couple, en avant ou en arrière, et faire glisser en outre leurs aiguilles en sens inverse pour en modifier la longueur. La projection des courbes obtenues est très simple : il suffit de placer une lumière vive derrière la lame percée d'un trou, l'image réelle de ce trou fournie par la lentille se projette sur un écran blanc[1].

Pour obtenir la combinaison des mouvements vibratoires de même durée, on peut supprimer l'un des électro-aimants interrupteurs, et charger l'autre de régler la durée de vibration des deux appareils C et D; la figure ainsi obtenue, ellipse ou circonférence, reste plus longtemps invariable.

Les combinaisons plus complexes correspondant à l'octave, la quinte, la quarte, etc., exigent naturellement l'emploi des

[1] Cette méthode de projection a été indiquée par M. Terquem. *Journal de physique*, VI, p. 332, 1877.

deux interrupteurs, et que la durée de vibration des deux aiguilles d'un même couple soient dans un rapport simple avec la durée de vibration des aiguilles de l'autre couple. On obtient sans grande difficulté par tâtonnement chacune des figures connues, il suffit alors de marquer sur l'aiguille la position qu'elle doit occuper.

Il est commode de disposer de plusieurs jeux d'aiguilles de diamètres différents. Avec une lumière suffisante, il est facile d'obtenir une circonférence de 40 à 60 centimètres de diamètre.

J. Cauderay. Le téléphone et les courants de retour des lignes télégraphiques. (*Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat.*, XVII, 84, p. 134).

Il y a deux ans, j'ai installé à Montreux une ligne téléphonique reliant l'hôtel des Alpes avec un chalet situé sur la hauteur à une distance d'environ 500 mètres et dépendant de l'hôtel.

Le fil conducteur est isolé sur verre, et le sol complète le circuit.

En appliquant l'oreille à l'un de ces téléphones, j'avais plusieurs fois entendu une crépitation semblable à celle qui s'entend dans les téléphones dont les fils cheminent parallèlement aux lignes télégraphiques et à proximité de ces dernières. Comme cette ligne téléphonique se trouve dans une position telle qu'on ne peut admettre aucun phénomène d'induction, puisqu'elle est perpendiculaire à la ligne télégraphique qui longe le chemin de fer, qu'elle est éloignée de 80 à 100 mètres de ce dernier, et qu'aucun autre fil ne passe dans le voisinage, j'attribuai d'abord cette crépitation au fait que des branches d'arbres, poussées par le vent, venaient toucher le fil et produire une dérivation des courants thermo-électriques.

Me trouvant, un matin du mois de mai dernier, à l'Hôtel des Alpes, entre 6 et 7 heures, j'approchai le téléphone de mon oreille et ne fus pas peu surpris d'entendre et de lire parfaitement et très distinctement (en ma qualité de télégra-

phiste, les dépêches qui circulaient sur les lignes télégraphiques du voisinage. Je pus saisir, par exemple, tous les mots d'un télégramme expédié de Montreux à Genève, puis d'un second adressé de l'Hôtel Beau-Rivage (Ouchy) à Monthey.

L'explication de ce phénomène me paraît assez simple : chacun sait que le circuit électrique du télégraphe se complète par la terre, c'est-à-dire qu'un courant électrique partant d'une station A et suivant un fil isolé jusqu'à la station B, revient à la station A par le sol. Ce retour s'effectue par une couche terrestre d'une section indéfinie mais à coup sûr très grande [1]. Si l'on place dans une partie quelconque de la zone ainsi parcourue par le courant une certaine longueur de fil isolé, passant par un téléphone, et dont les deux extrémités communiquent avec le sol, une partie infiniment petite de ce courant sera dérivée par le fil et suffira pour actionner un téléphone.

Jusqu'à présent, tous les physiciens n'admettaient pas ce retour du courant par le sol, mais supposaient que la terre, agissant comme réservoir commun, rétablit l'équilibre électrique aux deux extrémités du fil.

Il résulte donc de cette expérience que :

1° Le secret des dépêches télégraphiques ne peut, en principe, plus être garanti.

2° Le courant de retour des lignes télégraphiques circule dans le sol comme dans un corps métallique.

Le téléphone, cette merveille de sensibilité électrique, nous réserve certainement encore bien des surprises. Ainsi, pendant que j'écoutais attentivement les dépêches, l'oreille s'habituant à distinguer les bruits les plus légers, tout comme l'œil s'accommode aux distances, j'entendis des sons divers dont je ne me rendis pas absolument compte, entre autres un tintement semblable à celui d'une cloche, mais très faibles ; un instant après, j'entendis un bourdonnement pareil à celui d'une grosse mouche. Espérons qu'avant peu on trouvera

[1] Cette section pourrait probablement être déterminée en plaçant des téléphones à diverses distances d'une ligne télégraphique et en observant à quel éloignement la crépitation se fait entendre.

l'explication de ces divers bruits par des phénomènes tout à fait naturels.

Lausanne, octobre 1880.

CHIMIE.

Oscar Löw. Fluor libre contenu dans un spath fluor. (*Berliner Berichte*, XIV, 1144.)

Il existe dans le spath fluor de Wölsendorff une substance particulière douée d'une odeur forte et caractéristique. Cette substance a déjà fait l'objet des recherches de nombreux chimistes. Schafhaütl y voyait de l'hypochlorite de chaux, Schrotter de l'ozone, Schönbein de l'antozone, etc. L'auteur, après avoir démontré que l'existence de ces diverses substances est incompatible avec les résultats des essais faits par lui et d'autres sur ce minéral, émet l'opinion que l'odeur pourrait être due à du fluor libre provenant de la décomposition d'un fluorure plus altérable que le fluorure de calcium, peut-être celui de cérium, car le spath fluor de Wölsendorff en renferme. Comme preuve de son hypothèse, l'auteur a traité du spath fluor de Wölsendorff par de l'eau ammoniacale; il évapore le liquide filtré après addition d'un peu de carbonate de soude, et le résidu traité par l'acide sulfurique fournit des vapeurs qui attaquent le verre. Comme ce spath fluor n'est pas absolument insoluble dans l'eau, l'auteur a répété son expérience avec du spath fluor ordinaire. Il a également obtenu des traces d'acide fluorhydrique, mais en quantité beaucoup plus faible qu'avec le spath odorant, ce qui donne ainsi un certain poids à sa manière de voir.

K. Seubert. Nouvelle détermination du poids atomique du platine. (*Berliner Berichte*, XIV, 865, et *Annalen der Chemie*, 207, p. 1.)

Le poids atomique du platine admis jusqu'à ces derniers

temps est environ 197,7 ; il est dû aux recherches de Berzelius en 1826 et d'Andrews en 1852. D'un autre côté, si l'on admet avec MM. Meyer et Mendelejeff, que les propriétés physiques des éléments sont en relation avec leurs poids atomiques, on trouve que le rang assigné dans la série des corps simples au platine par le poids atomique admis généralement n'est pas celui qui lui convient si l'on se rapporte à ses propriétés. Ce poids, au lieu d'être supérieur à celui de l'or qui est de 196,2, devrait lui être inférieur. Dans le but de mettre d'accord les faits et la théorie, l'auteur a repris la détermination du poids atomique du platine. La moyenne d'un grand nombre d'expériences l'a conduit au nouveau chiffre 194,46, inférieur par conséquent à celui de l'or. Les expériences de détermination ont été faites avec le chlorure double de platine et d'ammoniaque et avec le chlorure double de platine et de potassium. L'auteur remarque, à la fin de son travail, qu'il est probable que des recherches analogues faites pour l'osmium conduiraient à diminuer également son poids atomique et à le placer au-dessous de celui du platine. Avis aux chimistes qui ne craignent ni les dangers, ni les dépenses.

Albert-R. Leeds. Action de l'ozone, de l'eau oxygénée et de l'oxygène naissant sur le benzol. (*Berliner Berichte*, XIV, 975.)

En étudiant l'action de l'ozone sur le benzol, Houzeau et Renard (*Comptes rendus*, LXXVI, 572) avaient obtenu les acides formique et acétique et une substance très explosive. L'auteur, en répétant cette expérience, n'a pas obtenu cette dernière substance, mais bien les acides carbonique, formique, acétique et oxalique. L'oxygène naissant obtenu par le phosphore en présence d'air humide donne, si l'on opère au soleil, du phénol et de l'acide oxalique; à l'ombre on n'obtient pas de phénol. L'eau oxygénée peut aussi transformer directement le benzol en phénol; il suffit de faire chauffer de l'eau oxygénée à 1,2 °/₀ légèrement acide avec 20^{cc} de benzol pendant 60 heures pour obtenir du phénol d'après l'équation.

$$C^6H^6 + H^2O^2 = C^6H^5OH + H^2O.$$

Cette transformation directe du benzol en phénol est assez intéressante.

M. NENCKI. RECTIFICATION. (*Berichte de Berlin*, XIV, 1144.) — Berne.

L'auteur, qui s'est occupé du même sujet que le précédent, contredit une partie de ses assertions. — Il a, en particulier, obtenu du phénol par l'action de l'ozone sur le benzol, tandis que M. Leeds n'en avait pas obtenu traces.

RICHARD MEYER et H. BONER. OXYDATION DE L'ACIDE SULFOISOCYMÉNIQUE PAR LE PERMANGANATE DE POTASSE. (*Berichte de Berlin*, XIV, 1135.) — Coire.

Dans un travail précédent[1], l'un des auteurs avait montré qu'en oxydant l'acide sulfocyménique par le permanganate de potasse on oxydait, non seulement le groupe méthylique, mais aussi le groupe propylique ; ce qui paraît étonnant, car ce dernier ne renferme pas le groupement CH dont l'hydrogène seul peut être facilement remplacé par OH. — Pour s'expliquer cette anomalie, l'auteur admettait une transposition moléculaire en même temps que l'oxydation. Pour s'en assurer, les auteurs ont soumis à l'oxydation par le permanganate de potasse l'acide sulfoisocyménique récemment obtenu par Jacobsen. — Ils ont obtenu identiquement le même produit que dans leur premier travail, ce qui a démontré la justesse de l'hypothèse d'une transposition moléculaire dans l'oxydation de l'acide sulfocyménique.

[1] Voy. *Archives*, janvier, 1881, t. V, p. 86.

BOTANIQUE.

J.-B. Schnetzler. Notice sur Chroolepus aureum. (*Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat.*, XVII, 84 p.13.)

Sur les rochers de molasse humides, dans les environs de Lausanne, on trouve de petits coussinets d'un jaune-orange formés par une algue aérienne. (*Chroolepus aureum*, Ktz). Elle est formée par des filaments ramifiés dont les cellules, au lieu d'amidon, produisent des gouttes et des gouttelettes d'huile d'un beau jaune-rougeâtre.

Dans les lichens de la famille des *Graphidées*, cette petite algue se trouve associée à un champignon qui, vivant comme parasite, profite de la nourriture préparée par le travail d'assimilation de l'algue. Ce convivium, algue et champignon, forme le lichen tout entier, comme par ex. *Graphis scripta*, L., qu'on trouve fréquemment sur l'écorce des arbres, et *Opegrapha saxatilis*, DC., sur des roches calcaires.

Ordinairement on rencontre dans les lichens l'association de l'algue et du champignon déjà achevée. Leur union est tellement complète que jusqu'il y a peu d'années on regardait les lichens comme des individus végétaux tout aussi bien différenciés que les mousses, les algues, etc. Aujourd'hui les belles recherches de Schwendener, de Bornet et d'autres, on engagé un grand nombre de botanistes à rayer de la classification des végétaux la classe des Lichens, de rendre aux champignons ce qui est champignon et aux algues ce qui est positivement une algue.

Les travaux de Bornet (Recherches sur les Gonidies des lichens, *Ann. des sc. nat.*, t. XVII, 1873) ont démontré que la vie en commun entre les deux végétaux les modifie réciproquement. Il a fait voir d'une manière plus exacte que cela n'avait été fait avant lui, comment les *hyphæ* du champignon s'appliquent sur la paroi cellulaire de l'algue et comment elles y pénètrent même pour en absorber le contenu.

L'algue que j'ai trouvée le 31 mai sur un rocher de molasse présentait un fait intéressant. C'était bien encore une algue parfaitement indépendante. Sur ses rameaux se trouvaient

des sporanges globuleux latéraux ; mais à la base et sur les côtés de ces filaments ramifiés on voyait des hyphæ de champignons sous forme de filaments incolores qui venaient s'appliquer contre les parois des cellules de l'algue et qui pénétraient même dans leur intérieur. Ces hyphæ formaient des plexus entre les ramifications de l'algue, qu'elles rapprochaient et entortillaient.

Le champignon est donc l'intrus qui vient s'établir sur une algue indépendante. Peu à peu c'est lui qui devient le maître. Grâce à la nourriture que lui fournit son hôte, il enveloppe complètement ce dernier, ne lui laisse que le travail de la nutrition et l'empêche de se reproduire d'une manière normale. En revanche, c'est le champignon parasite qui, dans le lichen, produit les organes de reproduction.

BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE

ARCHIVES DES SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME CINQUIÈME (3me PÉRIODE)

1881. — Nos 1 à 6.

BULLETIN SCIENTIFIQUE

ASTRONOMIE.

PHYSIQUE.

CHIMIE.

GÉOLOGIE.

ANATOMIE.

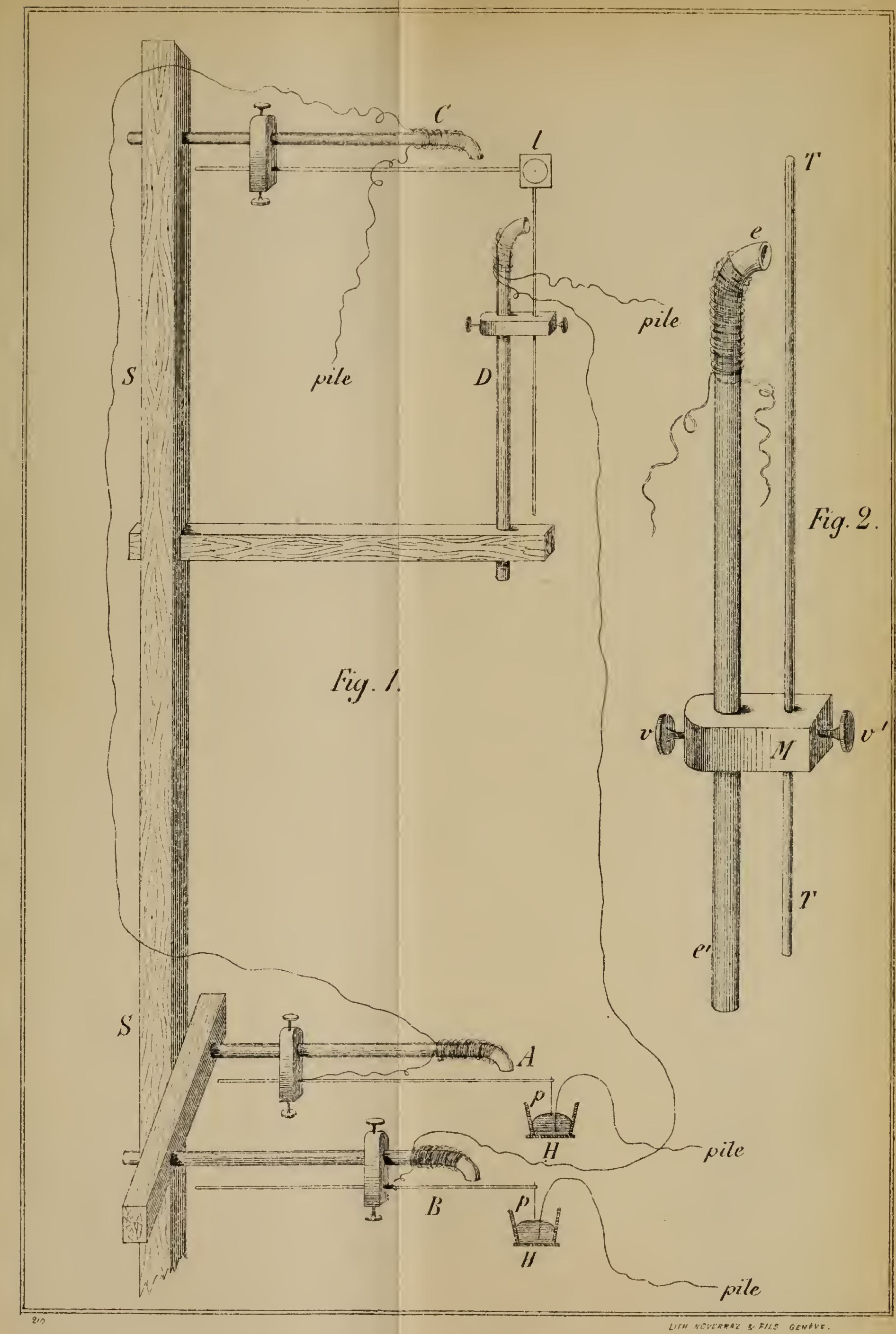
ZOOLOGIE ET PALÉONTOLOGIE.

PHYSIOLOGIE.

BOTANIQUE.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

faites à Genève et au Grand Saint-Bernard.



Lith. Noverraz & Fils Genève.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

M. le prof. E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS DE MAI 1881.

Le 2, rosée le matin.
5, assez forte bise tout le jour.
6, id.
8, forte bise depuis midi.
9, id.
10, forte bise tout le jour ; elle a été particulièrement forte dans la soirée et pendant la nuit suivante.
11, il a neigé dans la nuit sur le grand Salève ; très forte bise tout le jour.
12, forte bise tout le jour.
13, la bise continue à souffler, mais elle est beaucoup moins forte.
20, éclairs du côté du sud dans la soirée.
21, depuis 3 h. 20 m. du matin, éclairs et tonnerres ; l'orage vient du SO ; à 3 h. 40 m. forte décharge électrique suivie d'une violente averse.
24, à 8 heures du soir, éclairs au SSE ; à 10 heures, éclairs et tonnerres au SE.
26, de midi $^1/_4$ à 3 h. $^1/_2$ éclairs et tonnerres, d'abord du côté de l'ouest, puis au nord ; à 2 heures, fortes décharges électriques accompagnées d'une violente averse, qui a donné 24^{mm},2 au bout d'une demi-heure.
27, pluie tout le jour.
29, à 10 heures du soir, éclairs au SE.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
Le 7 à 8 h. matin	736,74	Le 2 à 6 h. soir	718,86
17 à 8 h. matin	729,32	16 à midi	723,10
22 à 10 h. matin	731,16	19 à 6 h. soir	724,00
31 à 10 h. matin	729,36	26 à 2 h. après midi	721,31

GENÈVE. — MAI 1881.

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale	Température C. Moyenne des 24 heures	Température C. Écart avec la temp. normale	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Tension de la vap. Moy. des 24 h.	Tension de la vap. Écart avec la tension normale.	Fract. de saturation en millièmes Moy. des 24 h.	Fract. de saturation Écart avec la fraction norm.	Fract. de saturation Minim.	Fract. de saturation Maxim.	Pluie ou neige Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige Nomb. d'h.	Vent dominant.	Nébulosité moyenne	Temp. du Rhône Midi.	Temp. du Rhône Écart avec la temp. normale.	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	0	0	0	0	millim.	millim.					mm.				0	0	cm
1	725,51	+ 0,56	+12,74	+ 1,68	+ 8,2	+16,7	5,98	—0,83	560	—134	400	600	0,1	1	SSO. 2	0,70	...	.....	115,0
2	719,92	— 5,06	+13,22	+ 2,01	+ 7,2	+18,7	6,43	—0,45	589	—106	280	790	...	...	variable	0,90	+9,7	— 0,5	115,7
3	720,74	— 4,28	+10,87	— 0,48	+ 9,0	+14,4	7,18	+0,23	759	+ 64	560	870	...	...	SSO. 1	0,99	9,7	— 0,6	114,3
4	727,39	+ 2,33	+ 9,23	— 2,26	+ 7,8	+12,0	6,15	—0,87	727	+ 32	560	940	3,6	4	NNE. 1	0,94	9,5	— 0,9	114,0
5	731,83	+ 6,73	+10,79	— 0,85	+ 6,2	+16 0	5,28	—1,81	574	—121	340	720	...	...	NNE. 2	0,08	9,7	— 0,8	114,1
6	734,33	+ 9,19	+12,13	+ 0,35	+ 6,5	+16,8	6,01	—1,15	583	—113	400	730	...	...	NNE. 2	0,00	10,6	— 0,1	111,0
7	735,75	+10,57	+13,74	+ 1,81	+ 6,3	+19,7	6,29	—0,94	553	—143	380	790	...	...	N. 1	0,00	11,0	+ 0,2	110,7
8	732,32	+ 7,10	+14,53	+ 2,46	+ 8,8	+18,1	7,36	+0,06	606	— 90	470	730	...	...	NNE. 2	0,00	...	.....	110,0
9	730,78	+ 5,52	+12,47	+ 0,26	+ 9,3	+17,3	4,67	—2,70	466	—231	310	500	...	...	NNE. 2	0,09	12,1	+ 1,1	110,0
10	729,59	+ 4,28	+ 6,84	— 5,52	+ 5,0	+10,0	4,19	—3,26	596	—101	420	730	...	...	NNE. 3	0,42	11,4	+ 0,3	111,3
11	730,02	+ 4,67	+ 6,31	— 6,19	+ 3,2	+ 9,2	3,82	—3,70	550	—147	430	610	...	...	NNE. 3	0,44	10,8	— 0,4	111,5
12	728,03	+ 2,64	+ 7,01	— 5,63	+ 5,3	+10,4	4,08	—3,51	575	—123	390	720	...	...	NNE. 3	0,64	9,7	— 1,6	109,3
13	728,32	+ 2,88	+ 8,26	— 4,52	+ 3,6	+13,0	5,21	—2,45	645	— 53	500	720	...	...	NNE. 2	0,16	11,3	— 0,2	109,5
14	726,33	+ 0,85	+11,34	— 1,58	+ 3,1	+18,0	4,77	—2,97	508	—191	210	670	...	...	NNE. 2	0,00	11,3	— 0,3	103,8
15	725,59	+ 0,06	+14,55	+ 1,48	+ 4,3	+22,9	5,54	—2,27	480	—219	200	750	...	...	variable	0,04	...	.....	102,0
16	724,30	— 1,27	+14,11	+ 0,90	+ 8,0	+21,9	5,75	—2,13	544	—156	190	910	1,8	4	SSO. 2	0,59	11,3	— 0,5	99,0
17	728,86	+ 3,24	+10,47	— 2,88	+ 6,9	+14,1	5,62	—2,33	618	— 82	390	830	...	...	N. 1	0,29	10,3	— 1,6	102,0
18	726,68	+ 1,02	+13,30	— 0,19	+ 3,1	+21,9	5,20	—2,82	496	—204	210	820	...	...	variable	0,03	11,3	— 0,8	97,7
19	725,00	— 0,71	+20,09	+ 6,47	+ 9,2	+27,0	6,23	—1,86	389	—312	170	630	...	...	S. 1	0,11	12,0	— 0,2	98,0
20	726,91	+ 1,16	+16,98	+ 3,22	+12,5	+23,5	8,92	+0,76	633	— 68	420	750	0,3	...	variable	0,61	10,2	— 2,1	97,2
21	730,12	+ 4,32	+12,41	— 1,49	+11,2	+16,0	9,65	+1,42	910	+208	730	980	20,6	5	variable	1,00	11,3	— 1,1	100,5
22	730,85	+ 5 01	+14,37	+ 0,34	+12,2	+16,9	9,65	+1,35	803	+101	650	870	0,3	1	NNE. 1	0,64	...	.....	100,0
23	728 59	+ 2,70	+14,43	+ 0,26	+12,1	+19,2	8,20	—0,17	687	— 15	520	700	...	...	NNE. 1	0,34	13,1	+ 0,5	102,7
24	724,99	— 0,94	+12,20	— 2,10	+ 8,6	+16,0	8,29	—0,15	784	+ 81	660	850	...	...	N. 1	0,42	13,7	+ 0,9	102,0
25	724,45	— 1,53	+17,50	+ 3,06	+ 9,8	+24,6	9,84	+1,33	683	— 20	380	970	...	...	S. 1	0,54	13,7	+ 0,8	102,8
26	722,39	— 3,63	+14,29	— 0,28	+12,3	+20,9	9,88	+1,30	843	+140	480	950	30,2	7	NNE. 1	0,78	13,8	+ 0,8	103,5
27	722,46	— 3,61	+12,28	— 2,42	+11,3	+14,1	10,41	+1,76	986	+282	910	980	29,7	19	S. 1	1,00	13,6	+ 0,5	107,4
28	725,22	— 0,89	+12,93	— 1,90	+11,5	+15,6	9,92	+1,20	904	+200	760	930	1,5	3	S. 1	0,99	11,8	— 1,4	114,0
29	726,38	+ 0,22	+15,33	+ 0,37	+10,8	+21,0	10,20	+1,41	795	+ 91	610	920	...	...	variable	0,88	..	.....	115,0
30	727,93	+ 1,73	+16,32	+ 1,23	+12,0	+21,1	10,23	+1,38	753	+ 49	540	900	...	...	N. 1	0,72	13,9	+ 0,4	117,5
31	728,76	+ 2,51	+15,77	+ 0,56	+12,5	+20,6	8,75	—0,17	675	— 29	510	820	...	...	N. 1	0,78	14,7	+ 1,1	119,0

MOYENNES DU MOIS DE MAI 1881.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	729,26	729,39	729,23	728,76	728,38	728,23	728,28	728,84	729,10
2e »	727,46	727,69	727,49	726,86	726,54	726,34	726,46	726,79	727,13
3e »	726,71	726,97	726,90	726,58	726,28	726,11	726,17	726,39	726,82
Mois	727,77	727,99	727,84	727,38	727,04	726,87	726,95	727,31	727,65
Température.									
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	+ 8,96	+10,96	+12,89	+14,54	+15,36	+14,88	+13,68	+12,02	+10,94
2e »	+ 8,39	+11,40	+14,00	+15,60	+16,13	+16,82	+15,06	+13,13	+10,73
3e »	+12,34	+14,15	+15,44	+16,48	+17,20	+17,43	+16,15	+14,33	+13,80
Mois	+ 9,98	+12,23	+14,16	+15,57	+16,26	+16,41	+15,00	+13,20	+11,89
Tension de la vapeur.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	6,18	6,02	5,83	5,60	5,95	5,83	5,97	6,25	6,22
2e »	5,49	5,64	5,29	4,85	5,35	5,26	5,62	5,97	6,44
3e »	9,06	9,44	9,62	9,47	9,67	9,46	9,67	9,93	9,87
Mois	6,98	7,11	7,00	6,73	7,07	6,93	7,17	7,47	7,59
Fraction de saturation en millièmes.									
1re décade	725	618	526	456	460	464	510	594	639
2e »	657	562	441	372	398	382	449	544	670
3e »	851	785	745	687	677	661	725	822	844
Mois	748	659	576	511	517	507	567	659	722

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Température du Rhône.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	0	0		0	mm	cm
1re décade	7,43	15,97	0,41	10,46	3,7	112,6
2e »	5,92	18,19	0,29	10,91	2,1	103,0
3e »	11,30	18,73	0,73	10,87	82,3	107,7
Mois	8,32	17,66	0,49	11,60	88,1	107,8

Dans ce mois, l'air a été calme 0,9 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 3,35 à 1,00.

La direction de la résultante des vents observés est N. 12°,2 E. et son intensité est égale à 62,9 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU GRAND SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE MAI 1881.

Le 1er, dans l'après-midi neige et brouillard par un fort vent SO.
2, brouillard tout le jour; neige le soir; très fort vent SO.
3, neige et brouillard tout le jour.
4, neige et brouillard tout le jour; forte bise.
5, brouillard le matin et le soir; forte bise.
9, id. id.
10, brouillard tout le jour et forte bise; neige le soir.
11, brouillard tout le jour; forte bise.
12, id. id.
13, très forte bise tout le jour.
14, forte bise tout le jour.
16, brouillard; neige le soir, la quantité recueillie est marquée au lendemain.
17, brouillard; forte bise.
20, un peu après midi, quelques coups de tonnerre; forte chute de grêle pendant 5 minutes à 1 h. $^3/_4$.
21, pluie et brouillard au milieu de la journée.
26, pluie et brouillard l'après-midi et le soir.
27, neige et brouillard tout le jour.
28, brouillard tout le jour; forte bise.
29, brouillard presque tout le jour.
30, pluie l'après-midi; neige le soir; à 5 h. $^1/_2$ un éclair et un coup de tonnerre.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM	mm	MINIMUM.	mm
Le 7 à midi	573,78	Le 3 à 10 h. matin	559,21
15 à 4 h. après midi	565,40	12 à 6 h. matin	561,70
22 à midi	570,52	17 à 6 h. matin	562,83
30 à 10 h. soir	567,53	27 à 8 h. matin	560,52

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures.	Écart avec la hauteur normale.	Minimum.	Maximum.	Température C. Moyenne des 24 heures.	Écart avec la température normale.	Minimum.	Maximum.	Pluie ou neige. Hauteur de la neige.	Eau tombée dans les 24 h.	Nombre d'heures.	Vent dominant.		Nébulosité moyenne.
	millim.	millim.	millim.	millim.	o	o	o	o	millim.	millim				
1	565,09	+ 2,37	564,63	565,51	— 0,88	+ 0,55	— 1,9	+ 2,0	80	7,9	....	SO.	2	0,72
2	562,37	— 0,45	561,59	563,59	— 3.23	— 1,95	— 3,0	— 2.0	40	5,0	....	SO.	3	1,00
3	559,60	— 3.32	559,21	560,44	— 2,97	— 1,83	— 3,5	— 0,8	150	16,9	....	SO.	1	1,00
4	563,11	+ 0,09	561,23	564,99	— 2,84	- 1,84	— 3,9	+ 0,5	100	11,9	....	NE.	2	1,00
5	567,03	+ 3,92	565,22	569,49	— 3,75	— 2,89	— 5,3	— 1,0	.....	.....	....	NE.	2	0,56
6	571,47	+ 8,27	570,15	573,06	+ 2,67	+ 3,39	— 4,9	+ 9,5	.....	.....	....	NE.	1	0,02
7	573,52	+10,22	573,04	573,78	+ 3,90	+ 4,48	— 0,9	+ 9,5	.....	.....	....	SO.	1	0,01
8	571,08	+ 7,68	570,49	571,80	+ 4,63	+ 5,07	+ 0,6	+ 9,8	.....	.....	.. .	variable		0,27
9	566,74	+ 3,24	565,45	568,49	— 0,74	— 0,44	— 4,2	+ 2 6	.....	.....	....	NE.	2	0,64
10	562,32	— 1,28	561,85	562,80	— 7,88	— 7,72	— 9,3	— 4,7	40	3,0	....	NE.	2	0,86
11	562,74	— 0,95	561,99	563,29	— 8,48	— 8,46	—11,0	— 4,8	....	.....	....	NE.	2	0,72
.12	562,03	— 1,76	561,70	562,53	— 6,79	— 6,91	— 9,5	— 3,5	.....	.....	....	NE.	2	0,81
13	563,13	— 0,76	562,59	563,53	— 3,50	— 3,76	— 7,5	— 0,5	.....	.....	....	NE.	2	0,21
14	563,79	— 0,20	562,99	564,54	— 1,57	— 1,97	— 6,5	+ 2,2	.....	.....	....	NE.	2	0,13
15	565,04	+ 0,95	563,78	565,40	+ 3,52	+ 2,99	— 2,2	+ 9,6	.....	.....	....	NE.	1	0,03
16	563,47	— 0,71	562,53	564,03	+ 1,60	+ 0,94	— 3,0	+ 5,5	.....	.....	....	NE.	1	0,70
17	563,75	— 0,53	562,83	564,34	— 3,97	— 4,77	— 5,7	— 0,7	30	5,0	....	NE.	2	0,77
18	565,42	+ 1,04	563,44	566,22	+ 2,25	+ 1,32	— 2,0	+ 6,6	.....	.....	....	NE.	1	0,10
19	566,98	+ 2,50	566,32	567,65	+ 5,30	+ 4,24	+ 2,1	+ 8,5	... .	.....	....	NE.	1	0,13
20	567,60	+ 3,03	567,31	568,31	+ 5,22	+ 4,03	+ 3,0	+ 8,6	.....	9,4	....	NE.	1	0.42
21	567,92	+ 3,26	567,27	568,81	+ 1,78	+ 0,46	+ 1,3	+ 3,7	.....	6,5	....	NE.	1	0,93
22	570,08	+ 5,32	569,78	570,52	+ 5,30	+ 3,85	+ 2,8	+ 8,9	.....	.....	....	NE.	1	0,54
23	567,35	+ 2,49	566,58	568,54	+ 4,22	+ 2,64	+ 3,0	+ 6,4	.....	.....	....	NE.	1	0,33
24	564,65	— 0,30	563,12	565,64	+ 3,84	+ 2.13	+ 1.0	+ 7,2	.....	.....	....	SO.	1	0,52
25	565,31	+ 0,27	565,21	565,53	+ 5,07	+ 3,24	+ 2,9	+ 8,7	.....	.....	....	SO.	1	0,38
26	562,63	— 2,50	561,57	564,03	+ 1,77	— 0,18	+ 0,1	+ 5,1	.....	14,2	....	variable		0,84
27	561,03	— 4,20	560,52	561.83	+ 0,85	— 1,22	— 0,6	+ 4,8	130	21,0	....	NE.	1	1,00
28	562,72	— 2,60	561,91	563,60	+ 0,12	— 2,07	0,0	+ 2,2	.....	.....	....	NE.	2	1,00
29	564,77	— 0,64	563,68	565,82	+ 1,44	— 0,87	+ 0,2	+ 4,1	.....	.....	....	NE.	1	0,83
30	566,76	+ 1,26	565,90	567,53	+ 2,51	+ 0,08	+ 0,4	+ 7,5	130	19,0	....	variable		0,87
31	567,26	+ 1,67	567,15	567.37	+ 1,54	— 1,01	0,0	+ 4,8	.....	.....	....	SO.	1	0,80

MOYENNES DU MOIS DE MAI 1881.

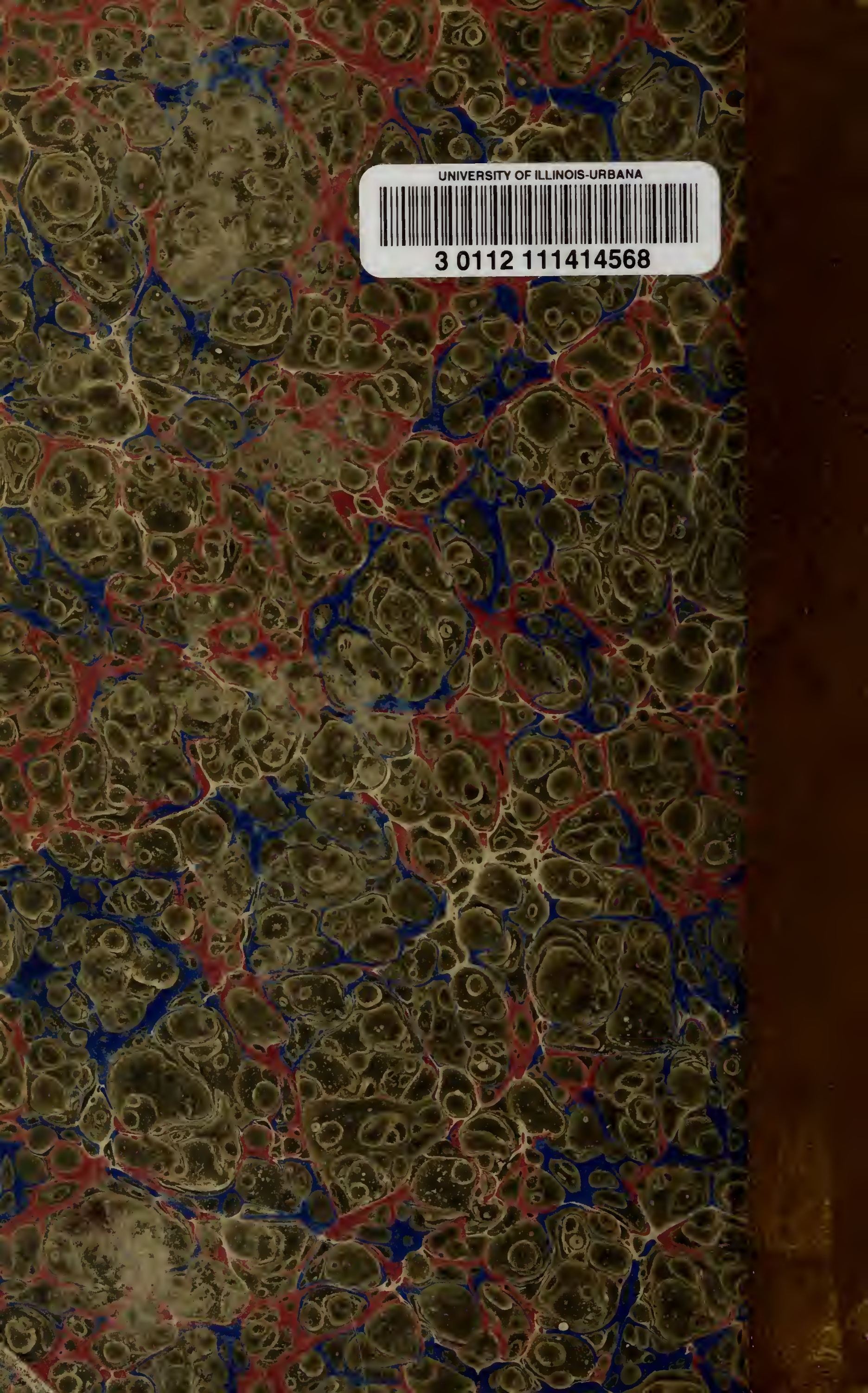
	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	566,15	566,08	566 09	566,22	566,24	566,16	566,17	566,44	566,70
2e »	563,69	564,05	564,29	564,45	564,50	564,51	564,56	564,79	564,89
3e »	565,22	565,24	565,58	565,60	565,48	565,52	565,51	565,68	565,82
Mois	565,03	565,13	565,33	565,43	565,41	565,40	565,42	565,64	565,81
Température.									
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	— 3,03	— 1,50	+ 0,20	+ 1,38	+ 1,78	+ 1,48	+ 0,20	— 1,46	— 2,19
2e »	— 3,81	— 1,64	+ 0,54	+ 1,74	+ 2,42	+ 2,67	+ 1,45	— 0,68	— 1,65
3e »	+ 1,60	+ 3,04	+ 4,35	+ 5,01	+ 5,14	+ 4,15	+ 3,20	+ 2,11	+ 1,51
Mois	— 1,64	+ 0,06	+ 1,78	+ 2,78	+ 3,18	+ 2,85	+ 1,67	+ 0,06	— 0,70

	Min. observé.	Max. observé.	Nébulosité.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	0	0		mm	mm
1re décade	— 3,63	+ 2,54	0,61	44,7	410
2e »	— 4,23	+ 3,15	0,40	14,4	30
3e »	+ 1,01	+ 5,76	0,73	60,7	260
Mois	— 2,18	+ 3,88	0,58	119,8	700

Dans ce mois, l'air a été calme 0,0 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 2,79 à 1,00.

La direction de la résultante des vents observés est N. 45° E., et son intensité est égale à 66,7 sur 100.


UNIVERSITY OF ILLINOIS-URBANA
3 0112 111414568